

Comunicação

Teste de condutividade elétrica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de aveia preta

José Luiz Nogueira¹, Bruna Ariane da Silva², Tereza Cristina de Carvalho³, Maristela Panobianco⁴

RESUMO

As empresas têm buscado aprimorar, cada vez mais, o controle interno de qualidade das sementes produzidas. Métodos que avaliem com maior rapidez o vigor da semente, como o teste de condutividade elétrica, são ferramentas úteis na tomada de decisão sobre o destino dos lotes. Objetivou-se, nesta pesquisa, avaliar o teste de condutividade elétrica para estimar o vigor de sementes de aveia preta, visando a estabelecer uma metodologia eficiente para a sua execução. Para isso, foram utilizados quatro lotes de aveia preta, cultivar IAPAR 61 (Ibiporã), sendo estudados: a) quantidade de sementes: 50 e 100 sementes com casca; b) volumes de embebição: 50, 75 e 100 mL de água deionizada; c) períodos de embebição: 4, 8, 16 e 20 horas, mantida fixa a temperatura do germinador em 20 °C. Paralelamente, foi realizada a determinação do teor de água das sementes e a condução dos testes de germinação e de emergência de plântulas em campo. Os dados obtidos foram analisados de acordo com delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O teste de condutividade elétrica para sementes de aveia preta pode ser realizado mediante o uso de 100 sementes com casca, embebidas em 100 mL de água deionizada, a 20 °C, por 16 ou 20 horas.

Palavras-chave: *Avena strigosa*, integridade das membranas celulares, vigor, qualidade.

ABSTRACT

Electrical conductivity test for assessing the physiological potential of black oat seeds

Companies have been increasingly seeking to improve the internal control of seeds quality and, faster methods to assess seeds vigor, such as electrical conductivity test, is a useful tool in decision making about the final destination of the lots. Thus, the objective of the present study was to evaluate the electrical conductivity test to estimate the vigor of black oat seeds, in order to establish an efficient methodology for implementation. Were used four lots of black oats cultivar 'IAPAR 61 (Ibiporã)', being assessed: a) number of seeds: 50 to 100 seeds in shell, b) soaking volumes: 50, 75 and 100 mL of deionized water, c) soaking periods: 4, 8, 16 and 20 hours, under constant germinator temperature at 20 °C. At the same time, moisture content of seeds and the conduct of germination and seedling emergence were evaluated in the field. Data were analyzed in completely randomized design, with four replicates. The electrical conductivity test for black oat seeds can be achieved by using 100 seeds in shell, soaked in 100 mL of deionized water, at 20 °C, for 16 or 20 hours.

Key words: *Avena strigosa*, cell membranes integrity, vigor, quality.

Recebido para publicação em 09/05/2012 e aprovado em 11/04/2013.

¹ Engenheiro-Agrônomo. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. pdanogueira@yahoo.com.br (Bolsista CAPES).

² Engenheira-Agrônoma. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. bruna_ariane2@hotmail.com (Bolsista CAPES).

³ Engenheira-Agrônoma, Doutora. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. tcdecarva@gmail.com (autora para correspondência).

⁴ Engenheira-Agrônoma, Doutora. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. maristela@ufpr.br

INTRODUÇÃO

A aveia preta é um dos mais importantes cereais produzidos no Brasil, com uso bastante amplo: na formação de pastagens, por constituir excelente opção para alimentação animal (Faturi *et al.*, 2003; Macari *et al.*, 2006; Schuch *et al.*, 2008); no sistema de plantio direto, por ser a espécie que mais contribui para a produção de matéria seca (Mai *et al.*, 2003), e no controle de plantas daninhas, em razão da rápida cobertura do solo (Macari *et al.*, 2006).

O estabelecimento de lavouras de produção de aveia preta está vinculado a vários fatores, como o preparo adequado do solo, a época de semeadura, o local para cultivo, a temperatura, a disponibilidade hídrica, a sanidade das plantas e o emprego de sementes de alta qualidade (Schuch *et al.*, 2008).

Dentre os parâmetros mais utilizados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, destaca-se o teste de germinação, conduzido sob condições ideais para a determinação do máximo poder germinativo do lote (Brasil, 2009). Essas condições, entretanto, dificilmente são encontradas em campo ou durante o armazenamento (Mertz *et al.*, 2012). Para esses casos, o teste de germinação nem sempre revela diferenças de desempenho entre lotes de sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000). Por essa razão, tem-se verificado a necessidade de estudos direcionados para a distinção dos níveis de qualidade entre lotes de sementes (Nakagawa *et al.*, 2001).

Em vista disso, os testes de vigor são utilizados para indicar os lotes com maior ou menor probabilidade de sucesso após a semeadura em campo, sob diferentes condições de ambiente. Seu emprego, portanto, é relevante para o monitoramento da qualidade das sementes (Vieira *et al.*, 2002) e vem-se tornando cada vez mais rotineiro na análise de sementes (Abdo *et al.*, 2005).

O teste de condutividade elétrica apresenta-se como uma alternativa interessante para avaliação do vigor das sementes, em função da sua objetividade, facilidade de condução e possibilidade de resultados rápidos (Dias & Marcos Filho, 1996; Dutra & Vieira, 2006; Costa *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2009). O princípio do teste baseia-se no grau de estruturação das membranas celulares das sementes, que, dependendo da sua integridade, liberam maior ou menor quantidade de eletrólitos na água de embebição (Hepburn *et al.*, 1984). Valores mais elevados indicam sementes de potencial fisiológico inferior (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

Apesar da importância da cultura, verifica-se, na literatura, escassez de estudos sobre o teste de condutividade elétrica em aveia preta. Menezes *et al.* (2007), trabalhando com algumas variáveis do teste, recomendaram, para a espécie, a remoção da casca das sementes, antes da embebição. Tunes *et al.* (2008), por sua vez, analisando a

condutividade elétrica de sementes de aveia branca, com e sem casca, constataram que sementes sem casca apresentaram maior lixiviação de eletrólitos, em função de danos provocados em sua estrutura, após a remoção da lema e da pálea. Consequentemente, a retirada da casca das sementes de aveia, possivelmente, ocasiona injúrias físicas na estrutura celular do pericarpo, podendo interferir nos resultados do teste.

Nesta pesquisa, objetivou-se avaliar o teste de condutividade elétrica para estimar o vigor de sementes de aveia preta, visando a estabelecer uma metodologia eficiente para a sua execução.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba-PR, no período de março a dezembro de 2011. Foram utilizadas sementes de quatro lotes de aveia preta, do cultivar IAPAR 61 (Ibiporã), provenientes da safra 2010/10, de qualidades fisiológicas distintas (Tabela 1). As sementes foram armazenadas em ambiente controlado, com temperatura de 17 °C e 63% de Umidade Relativa do ar, durante todo o período experimental, com a finalidade de minimizar a intensidade de deterioração.

Inicialmente, determinou-se o teor de água das sementes, pelo método de estufa, a 105±3 °C, por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 5,0 g de sementes para cada lote (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem média para cada lote, na base úmida.

Posteriormente, foram realizados os testes de germinação e de emergência de plântulas em campo. No teste de germinação, foram utilizadas, para cada lote, quatro repetições de 100 sementes, distribuídas em rolos de papel toalha, umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,0 vezes a massa do substrato seco e mantidas em germinador a 20 °C, sob regime de luz constante. A contagem de plântulas normais foi realizada no quinto dia após a semeadura (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem média para cada lote.

Tabela 1. Teor de água (%), germinação (%) e emergência de plântulas em campo (%), de sementes de aveia preta, cultivar IAPAR 61 (Ibiporã)

Lotes	Teor de água	Germinação	Emergência de plântulas
1	12,8	96 a	97 a
2	12,9	94 ab	95 a
3	12,9	90 b	94 a
4	12,7	90 b	87 b
CV (%)	-	2,5	2,8

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,01$).

O teste de emergência de plântulas em campo foi realizado em Nova Aurora - PR, em julho de 2011, seguindo-se metodologia baseada em Nakagawa (1994). Para cada lote, foram tomadas quatro repetições, de 100 sementes cada, semeadas em canteiros de solo, sem correção, sendo cada repetição distribuída em linhas de 20 cm de comprimento e 2 cm de profundidade, sob temperatura ambiente e com irrigação a cada três dias (quando não ocorria precipitação natural). As avaliações foram realizadas no 15º dia após a semeadura, por meio da contagem de plântulas emergidas. Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais para cada lote, seguindo critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Foram avaliados, para o teste de condutividade elétrica:

a) Quantidade de sementes: foram utilizadas quatro repetições de 50 e 100 sementes com casca (lema + pálea) para cada lote, fisicamente puras, pesadas com precisão de duas casas decimais (Vieira & Krzyzanowski, 1999);

b) Volumes de embebição: as sementes foram colocadas para embeber em 50, 75 e 100 mL de água deionizada, em copo de plástico (capacidade de 180 mL), mantido em câmara de germinação, a 20 °C;

c) Períodos de embebição: foram testados quatro tempos: 4, 8, 16 e 20 h.

Após o condicionamento, a condutividade elétrica da solução foi medida, por meio de leituras em condutímetro, a 20 °C, e os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. A leitura foi realizada após a retirada do material da incubadora, de modo gradativo, agitando-se cuidadosamente cada recipiente, com o intuito de uniformizar os eletrólitos lixiviados na solução (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

Os dados de germinação, emergência de plântulas e os de condutividade elétrica foram analisados em delineamento inteiramente casualizado. Foi realizada uma análise de variância e teste de médias isoladamente para cada período de embebição, volume e quantidade de sementes, adotando-se quatro repetições. Para apresentação dos resultados obtidos no teste de condutividade elétrica, inverteu-se o arranjo da distribuição das letras, assim os menores valores são indicativos de maior vigor das sementes.

As médias dos testes de germinação, emergência de plântulas e dos procedimentos de condutividade elétrica foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância, utilizando-se o sistema computacional ASSISTAT, versão 7.6 beta (Silva, 2008).

Calculou-se, também, o coeficiente de correlação linear de Pearson entre os resultados dos teste de conduti-

vidade elétrica e de emergência de plântulas em campo. A significância dos coeficientes de correlação foram verificados pelo teste t-Student em nível 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados referentes à determinação do teor de água das sementes (Tabela 1), verificou-se que os quatro lotes em estudo apresentaram resultados semelhantes, sendo a amplitude de variação de 0,2%. Esse fato é importante para a confiabilidade das demais avaliações e o fornecimento de resultados consistentes (Loeffler *et al.*, 1988; Marcos Filho, 2005).

Pelos resultados do teste de germinação (Tabela 1), foi possível separar os lotes em níveis distintos de viabilidade, ficando o lote 1 como de qualidade superior, e, os lotes 3 e 4, como de qualidade inferior, sendo o lote 2 estatisticamente semelhante aos lotes 1, 3 e 4. Vale ressaltar que todos os lotes apresentaram germinação acima do padrão para comercialização de sementes de aveia preta no Brasil, ou seja, superior a 80% (MAPA, 2010).

O teste de emergência de plântulas em campo (Tabela 1) confirmou o lote 4 como de menor qualidade, enquanto os lotes 1, 2 e 3 apresentaram desempenho superior. O teste de emergência de plântulas em campo é adotado por empresas produtoras, visando ao controle de qualidade das sementes. Seu uso se dá em função da consistência dos resultados, uma vez que as sementes estão condicionadas a ampla diversidade ambiental e aquelas que apresentarem maior emergência são consideradas de maior vigor (AOSA, 1983). Além disso, o teste tem sido utilizado como referência para comparação com vários testes de vigor, como o de condutividade elétrica (Dias & Marcos Filho, 1996; Dutra & Vieira, 2006; Costa *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2009).

Na Tabela 2, encontram-se os resultados da condutividade elétrica conduzida com 50 e 100 sementes, no volume de embebição de 50 mL. Observou-se que com uso de 50 sementes não foi possível obter leituras nos períodos iniciais de embebição (4 e 8 horas), sendo que, nos demais períodos (16 e 20 horas), os resultados não apresentaram correlação significativa com a emergência de plântulas em campo. Os períodos de 4 e 8 horas de embebição não proporcionaram leitura no condutímetro, em função do efeito da diluição dos lixiviados, sendo constatado que 50 sementes, embebidas por 4 e 8 h, em 50 mL de água, não foram adequadas para a espécie.

Ribeiro *et al.* (2009), estudando o teste de condutividade elétrica para sementes de milho pipoca, constataram que, em maiores volumes de água de embebição, houve a redução no valor de lixiviados, ao usar amostras de 50 sementes. Dias *et al.* (2006) verificaram que, em geral, dificilmente são observadas diferenças expressivas entre a qualidade de lotes nas primeiras horas de embebição.

Quando se aumentou o número de sementes para 100 (Tabela 2), no mesmo volume de embebição (50 mL), observou-se leitura em todos os períodos testados; porém, os valores não foram novamente relacionados com a emergência em campo (Tabela 1), não sendo possível distinguir diferenças estatísticas entre os lotes, para os períodos de embebição de 16 e 20 horas. Verificou-se que as leituras de condutividade elétrica na combinação testada (100 sementes / volume de água deionizada 50 mL) foram crescentes, à medida que o período de embebição aumentou, em razão, provavelmente, da crescente fluidez da membrana plasmática, que facilita a movimentação de água através dela, tornando maiores os valores de condutividade elétrica (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Esse fato também foi observado em diversos trabalhos (Loeffler *et al.*, 1988; Marcos Filho *et al.*, 1990; Bruggink *et al.*, 1991; Dias & Marcos Filho, 1996; Dutra & Vieira, 2006; Costa *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2009).

Na Tabela 3, vê-se que, quando foram testados maiores volumes de embebição (75 e 100 mL de água), mantendo-se fixo o número de 100 sementes, verificaram-se resultados consistentes e compatíveis com o teste de emergência de plântulas em campo (Tabela 1). Esse comportamento ocorreu quando se empregaram 100 mL de água deionizada, a partir de 16 h de embebição, sendo mantido o mesmo ranqueamento de lotes com 20 h de embebição, revelando que a metodologia foi eficiente, além de apresentarem coeficientes de correlação significativos para os dois períodos de embebição. Dias & Marcos Filho (1996) também indicaram os períodos de 16 e 20 horas para con-

dução do teste de condutividade elétrica em sementes de soja, salientando que resultados a partir de 16 horas foram mais sensíveis às alterações de vigor. Ribeiro *et al.* (2009) fizeram observações similares e indicaram períodos de embebição mais longos (entre 18 e 24 horas) como os mais adequados para caracterizar diferenças de vigor entre lotes de sementes. Essa observação também foi relatada por Dias *et al.* (2006).

Quanto aos valores apresentados de coeficiente de correlação negativos (Tabelas 2 e 3), isto ocorreu em função das variáveis analisadas possuírem direções opostas, ou seja, quanto maior a qualidade fisiológica do lote de sementes menor é a quantidade de lixiviados liberados pela semente no teste de condutividade elétrica. Este mesmo procedimento de análise de dados entre testes de vigor foram realizados em outras pesquisas (Andrade *et al.*, 1995; Torres *et al.*, 1999; Ávila *et al.*, 2005).

Com base no exposto, pode-se afirmar que o teste de condutividade elétrica é eficiente para a distinção de níveis de vigor entre lotes de sementes de aveia preta, mediante o uso de 100 sementes (com casca), embebidas em 100 mL de água deionizada, a 20 °C, com leitura em condutivímetro, realizada com 16 ou 20 horas de embebição. Nestas combinações, os coeficientes de correlação demonstraram que há relação entre o teste de emergência de plântulas em campo e o de condutividade, ou seja, é possível a obtenção de resultados relacionados com a emergência de plântulas em campo, em período relativamente curto, o que pode auxiliar a tomada de decisão quanto ao destino dos lotes.

Tabela 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de 50 e 100 sementes de aveia preta, cultivar IAPAR 61 (Ibiporã), com imersão em 50 mL de água deionizada, a 20 °C, por diferentes períodos de embebição

Lotes	Períodos de embebição (h)			
	4	8	16	20
50 sementes / volume de água deionizada 50 mL				
1	-	-	8,21 a	8,61 a
2	-	-	8,44 a	9,42 a
3	-	-	12,86 a	14,41 a
4	-	-	9,87 a	8,77 a
CV (%)	-	-	13,0	26,8
C.C.Pearson	-	-	-0,232 ^{n.s.}	-0,132 ^{n.s.}
100 sementes / volume de água deionizada 50 mL				
1	5,41 a	7,83 a	12,07 a	13,01 a
2	7,03 b	11,88 c	16,35 a	17,79 a
3	6,60 ab	10,72 ab	15,38 a	18,36 a
4	6,01 ab	9,94 b	12,82 a	15,53 a
CV (%)	10,0	9,1	8,9	11,3
C.C.Pearson	-0,002 ^{n.s.}	-0,177 ^{n.s.}	0,199 ^{n.s.}	-0,106 ^{n.s.}

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,01$).

^{n.s.} não significativo, pelo teste “t” ($p \geq 0,05$).

Tabela 3. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de 100 sementes de aveia preta, cultivar IAPAR 61 (Ibiporã), com imersão em 75 e 100 mL de água deionizada, a 20 °C, por diferentes períodos de embebição

Lotes	Períodos de embebição (h)			
	4	8	16	20
100 sementes / volume de água deionizada 75 mL				
1	-	2,67 a	4,83 a	1,25 a
2	-	5,32 b	7,25 b	1,17 a
3	-	2,60 a	8,07 b	9,86 b
4	-	3,39 a	8,07 b	1,27 a
CV (%)	-	12,5	13,2	12,8
C.C.Pearson	-	0,005 ^{n.s.}	-0,679 ^{n.s.}	0,110 ^{n.s.}
100 sementes / volume de água deionizada 100 mL				
1	-	-	2,87 a	3,23 a
2	-	-	4,21 a	4,88 a
3	-	-	4,46 a	5,18 a
4	-	-	6,49 b	7,44 b
CV (%)	-	-	8,1	8,4
C.C.Pearson	-	-	-0,979*	-0,972*

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,01$).

* significativo a 5%, de probabilidade de erro, pelo teste "t";

^{n.s.} não significativo, pelo teste "t" ($p \geq 0,05$).

CONCLUSÃO

A condução do teste de condutividade elétrica para sementes de aveia preta pode ser realizada mediante uso de 100 sementes com casca, embebidas em 100 mL de água deionizada, a 20 °C, por 16 ou 20 horas, constituindo uma opção promissora para a avaliação do vigor de sementes de aveia.

REFERÊNCIAS

- Abdo MTVN, Pimenta RS, Panobianco M & Vieira RD (2005) Testes de vigor para avaliação de sementes de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, 27:195-198.
- Andrade RN, Santos DSB, Santos Filho BG & Mello VDC (1995) Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 1:153-162.
- AOSA - Association of Official Seed Analysts (1983) *Seed vigor testing handbook*. East Lasing, AOSA. 88p.
- Ávila MR, Braccini AL, Scapim CA, Martorelli DT & Albrecht LP (2005) Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, 27:62-70.
- Brasil (2009) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, MAPA/ACS. 395p.
- Bruggink H, Kraak HL, Dijema MHGE & Bekendam J (1991) Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. *Seed Science and Research*, 1:15-20.
- Carvalho NM & Nakagawa J (2000) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4ª ed. Jaboticabal, FUNEP. 424p.
- Costa CJ, Vahl LC & Villela FA (2007) Testes de lixiviação de íons inorgânicos e condutividade elétrica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola. *Revista Brasileira de Agrociência*, 13:449-453.
- Dias DCFS & Marcos Filho J (1996) Electrical conductivity test for vigor evaluation in soybean seeds. *Seed Research*, 24:01-10.
- Dias DCFS, Bhering MC, Tokuhisa D & Hilst PC (2006) Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola. *Revista Brasileira de Sementes*, 28:154-162.
- Dutra AS & Vieira RD (2006) Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, 28:117-122.
- Faturi C, Restle J, Brondani IL, Filho DCA, Rosa JRP, Kuss F & Menezes LFG (2003) Grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32:437-448.
- Hepburn HA, Powell AA & Matthews S (1984) Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. *Seed Science and Technology*, 12:403-413.
- Loeffler TM, TeKrony DM & Egli DB (1988) The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 12:37-53.
- Macari S, Rocha MG, Restle J, Pilau A, Freitas FK & Neves FP (2006) Avaliação de uma mistura de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com cultivares de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo. *Ciência Rural*, 36:910-915.
- Mai MEM, Ceretta CA, Basso CJ, Silveira MJ, Pavinato A & Pavinato PS (2003) Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:125-131.

- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 33, de 4 de novembro de 2010. Padrões de Identidade e de Qualidade para Sementes das espécies forrageiras de clima temperado da família Poaceae - Anexo II. Disponível em: <http://members.wto.org/crnattachments/2011/sps/BRA/11_0110_00_x.pdf>. Acessado em: 3 de março de 2013.
- Marcos Filho J (2005) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba, FEALQ. 495p.
- Marcos Filho J, Silva WR, Novembre ADCL & Chamma HMCP (1990) Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 25:1805-1815.
- Menezes NL, Garcia DC, Bahry CA & Mattioni NM (2007) Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. Revista Brasileira de Sementes, 29:138-142.
- Mertz LM, Segalin SR, Huth C & D'Ávila Rosa T (2012) Condutividade elétrica individual para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo. Informativo Abrates, 22:35-39.
- Nakagawa J, Cavariani C & Bicudo SJ (2001) Produção e qualidade de sementes de aveia-preta em função da adubação fosfatada e potássica. Revista Brasileira de Sementes, 23:260-266.
- Nakagawa J (1994) Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira RD & Carvalho NM (Eds.) Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, FUNEP. p.49-85.
- Ribeiro DM, Bragança SM, Goneli ALD, Dias DCFS & Alvarenga EM (2009) Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes em milho-pipoca (*Zea mays* L.). Revista Ceres, 56:772-776.
- Schuch LOB, Kolchinski EM & Cantarelli LD (2008) Relação entre a qualidade de sementes de aveia-preta e a produção de forragem e de sementes. Scientia Agraria, 9:1-6.
- Silva FAS (2008) Sistema de Assistência Estatística – ASSISTAT. Versão 7.6 beta. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acessado em: 2 de abril de 2011.
- Torres SB, Silva MAS, Carvalho IMS & Queiróz MA (1999) Correlação entre testes de vigor em sementes de maxixe. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34:1075-1080.
- Tunes LM, Olivo F, Badinelli PG, Cantos A & Barros ACSA (2008) Testes de vigor em sementes de aveia branca. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, 15:94-106.
- Vieira RD & Krzyzanowski FC (1999) Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski FC, Vieira RD & França Neto JB (Eds.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, ABRATES. p.4.1-4.26.
- Vieira RD, Penariol AL, Perecin D & Panobianco M (2002) Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37:1333-1338.