

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE CEVADA PRODUZIDAS NO NORTE DO PARANÁ

José Henrique Bizzarri Bazzo<sup>1</sup>, Thamiris Barbizan<sup>2</sup>, Carolina Pereira Cardoso<sup>3</sup> e Claudemir Zucareli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, UEL, Rodovia Celso Garcia Cid - PR 445 Km 380, s/n - Campus Universitário, CEP: 86057-970, Londrina, Paraná, Brasil, E-mail: agro.bazzo@gmail.com, claudemircca@uel.br

<sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Rua João Rosa Góes, 1761 - Vila Progresso, CEP: 79825-070, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, E-mail: tha\_barbizan@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, Rua Dr. José Barbosa de Barros, 1780 - Jardim Paraíso, CEP: 18610-307, Botucatu, São Paulo, Brasil, E-mail: carolina.cardosopc@gmail.com

**RESUMO:** *O potencial fisiológico de sementes tem sua base assentada no genótipo, sendo assim, existem cultivares que produzem sementes de melhor qualidade dentro de uma mesma espécie. Neste sentido, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de cevada produzidas na Região Norte do estado do Paraná. O experimento foi conduzido sob delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em onze cultivares de cevada (BRS 195, BRS 225, BRS BOREMA, BRS BRAU, BRS CAUÊ, BRS ELIS, BRS ITANEMA, BRS KORBEL, BRS MANDURI, BRS MARCIANA e BRS SAMPÁ) produzidas no município de Londrina-PR. Foram avaliados: massa de mil sementes, germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, comprimento e massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas em campo. Os dados foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade dos erros e, posteriormente, à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As cultivares que apresentaram os melhores desempenhos fisiológicos de sementes na Região Norte do Paraná foram: BRS 225, BRS BOREMA, BRS MANDURI, BRS MARCIANA e BRS KORBEL.*

**PALAVRAS-CHAVE:** emergência; germinação; vigor; *Hordeum vulgare* L.

## PHYSIOLOGICAL QUALITY OF BARLEY CULTIVARS SEEDS PRODUCED IN THE NORTH OF PARANÁ

**ABSTRACT:** *The physiological potential of seeds has its base based on the genotype, thus, there are cultivars that produce better quality seeds, within the same species. In this sense, the aim of this study was to evaluate the physiological quality of seeds of barley cultivars produced in the northern region of the state of Paraná. The experiment consisted of eleven barley cultivars (BRS 195, BRS 225, BRS BOREMA, BRS BRAU, BRS CAUÊ, BRS ELIS, BRS ITANEMA, BRS KORBEL, BRS MANDURI, BRS MARCIANA e BRS SAMPÁ) produced in Londrina, Paraná. Mass of one thousand seeds, germination, first germination count, electrical conductivity, shoot length and dry mass, seedling root index, emergence speed index and emergence of field seedlings were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and the averages were compared by the Tukey test, at 5%. There was no difference between genotypes for germination, shoot dry mass, emergence speed index and emergence of field seedlings. The cultivars that presented the best physiological performances of seeds in the Northern Region of Paraná were: BRS 225, BRS BOREMA, BRS MANDURI, BRS MARCIANA and BRS KORBEL.*

**KEY WORDS:** emergence; germination; vigor; *Hordeum vulgare* L.

## INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um cereal de inverno amplamente produzido na Região Sul do Brasil (Conab, 2018) e por ser considerada uma cultura de múltiplos propósitos, tem sido utilizada para alimentação humana (farinha) e animal (pastagem ou ração), e em especial, para a produção de malte na indústria cervejeira (Yalçin et al., 2007).

Devido as várias possibilidades de uso, tem-se notado nos últimos dez anos um aumento na área plantada e na produção de grãos/sementes de cevada no país, passando de 93,3 mil hectares e 188,5 mil toneladas na safra de 2007 para 108,4 mil hectares e 282,1 mil toneladas na safra de 2017 (Conab, 2018). Neste cenário, em que observamos um acréscimo na demanda de grãos/sementes de cevada, verifica-se a necessidade de um considerável volume de sementes com elevada qualidade visando o adequado estabelecimento e desenvolvimento da lavoura no campo.

A qualidade das sementes envolve um conjunto de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos das sementes que influenciam na capacidade destas em originar plantas de elevada produtividade (Marcos Filho, 2015). A qualidade fisiológica de sementes pode ser interpretada como a habilidade destas em realizar funções essenciais a sua sobrevivência, caracterizada pela germinação e vigor, afetando a implantação e desempenho da cultura em condições de campo (Schuch et al., 2008).

A germinação compreende uma sequência de reações bioquímicas que reativam o crescimento do embrião, resultando no rompimento do tegumento da semente e na emergência da plântula (Malavasi, 1988). Já o vigor, refere-se ao conjunto de propriedades que atribuem à semente o potencial para germinar, emergir e resultar em plântulas normais em distintas condições ambientais (Marcos Filho, 1999). Assim, o estabelecimento rápido e uniforme das plantas, por meio da utilização de sementes de boa qualidade, pode favorecer a obtenção de rendimentos mais elevados (Ludwig et al., 2009).

De acordo com Marcos Filho (2015), o comportamento das sementes tem sua base assentada no genótipo, sendo que existem cultivares que produzem sementes de melhor qualidade fisiológica, dentro de uma mesma espécie. Tais diferenças podem existir em virtude de características genéticas e/ou morfofisiológicas inerentes ao genótipo, tornando-o mais ou menos susceptível a danos durante o período de formação ou após a maturidade fisiológica das sementes por adversidades climáticas que irão influenciar em seu desempenho fisiológico (Vieira et al., 1998).

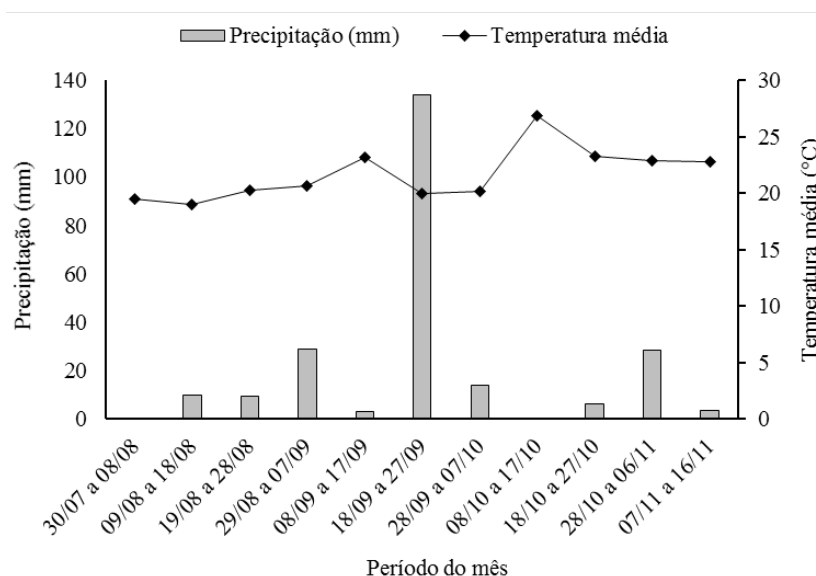
Alves e Kist (2011), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de aveia branca não observaram diferença significativa para esta característica entre as cultivares. Em contrapartida, Prando et al. (2012), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de três genótipos de trigo (cultivares BRS 208 e BRS Pardela e a linhagem IWT 04008) em dois ambientes de cultivo (Londrina-PR e Ponta Grossa-PR), verificaram efeito significativo dos materiais genéticos para o potencial fisiológico das sementes.

Segundo dados da Conab (2018), o Paraná é classificado como o maior produtor nacional de grãos/sementes de cevada, portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos na região relacionados ao cultivo e obtenção de sementes com elevado desempenho fisiológico, visando o incremento na produção do cereal.

Neste sentido, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de cevada produzidas na Região Norte do estado do Paraná.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, no município de Londrina-PR, em Latossolo Vermelho eutrófico, localizado a 23° 23' S e 51° 11' O, com altitude de 566 m. O clima da região é do tipo Cfa, descrito como subtropical úmido com verões quentes, segundo classificação de Köppen. Os dados de precipitação pluvial e de temperaturas foram obtidos por meio dos registros das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (Figura 1).



**Figura 1-** Dados médios por decêndio de temperatura e precipitação pluvial durante o período de condução do experimento. Londrina-PR.

As características químicas do solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento, foram: 0 a 10 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,40; 4,96 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 7,9 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,9 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,91 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 1,58 mg dm<sup>-3</sup> de P; 26,90 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e 66,19% de saturação de bases; e 10 a 20 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,40; 4,61 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 7,3 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,20 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,81 cmol<sub>e</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 0,76 mg dm<sup>-3</sup> de P; 20,10 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e 66,88% de saturação de bases.

Com base nas características químicas do solo, calculou-se a adubação mineral básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 24 kg ha<sup>-1</sup> de N, 84 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 48 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se a fórmula 08-28-16.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram 11 cultivares de cevada, sendo elas: BRS 195, BRS 225, BRS BOREMA, BRS BRAU, BRS CAUÊ, BRS ELIS, BRS ITANEMA, BRS KORBEL, BRS MANDURI, BRS MARCIANA e BRS SAMPA.

Todas as cultivares utilizadas são de qualidade cervejeira, com resistência completa ou moderada ao acamamento. As principais diferenças estão ligadas ao ciclo e altura da planta, sendo estas: BRS 195 (ciclo de 135 dias e 65 cm de altura), BRS 225 (ciclo de 125 dias e 83 cm de altura), BRS BOREMA (ciclo de 128 dias e 87 cm de altura), BRS BRAU (ciclo de 132 dias e 76 cm de altura), BRS CAUÊ (ciclo de 125 a 132 dias e 80 cm de altura), BRS ELIS (ciclo de 125 a 135 dias e 80 cm de altura), BRS ITANEMA (ciclo de 115 a 125 dias e 90 cm de altura), BRS KORBEL (ciclo de 125 a 135 dias e 80 cm de altura), BRS MANDURI (ciclo de 115 a 125 dias e 80 cm de altura), BRS MARCIANA (ciclo de 130 dias e 93 cm de altura) e BRS SAMPA (ciclo de 130 a 135 dias e 80 cm de altura).

As cultivares foram semeadas em área anteriormente ocupada com a cultura do milho, com preparo convencional do solo, na densidade de 300 sementes viáveis m<sup>-2</sup>. As parcelas foram compostas por seis linhas de seis metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,17 m, com área útil de 5,1 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos fitossanitários para o controle de doenças e os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e recomendações para a cultura. A colheita foi realizada após as sementes atingirem a maturação de colheita, estágio caracterizado pelo endurecimento da cariopse, plantas com aspecto seco e grãos com umidade abaixo de 20%. Para a determinação da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas as seguintes avaliações:

Massa de mil sementes: obtida mediante a contagem e pesagem de oito repetições de 100 sementes por parcela. A média desses valores foi multiplicada por 10, para obtenção do valor da massa de mil sementes (Brasil, 2009);

Germinação: realizada com oito repetições de 50 sementes por tratamento, em papel toalha germitest® umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato. Os rolos de papel foram mantidos em germinador sob temperatura de 20 °C. A avaliação constou de duas contagens: aos cinco (primeira contagem) e aos dez dias (segunda contagem) após a instalação do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009);

Condutividade elétrica: conduzido por meio do sistema de massa, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Foi determinada a massa das sementes e, em seguida, estas foram colocadas em copos plásticos com 75 ml de água deionizada e mantidas a 25 °C. Após 24 horas de embebição foi determinada a condutividade elétrica da solução, com resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  (Vieira e Krzyzanowski, 1999);

Comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas: realizado a partir da semeadura de quatro repetições de 20 sementes por tratamento, no terço superior da folha de papel germitest®, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram por cinco dias em germinador, à temperatura de 20 °C, quando se avaliou o comprimento de parte aérea e de raiz das plântulas normais, com auxílio de uma régua milimetrada. Os resultados foram expressos em centímetros (Nakagawa, 1999);

Massa seca de parte aérea e de raiz de plântulas: a parte aérea e radicular das plântulas, provenientes do teste de comprimento de plântulas, foram separadas e colocadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar forçada, regulada à temperatura de 80 °C, até massa constante. A massa seca foi avaliada e, os resultados foram expressos em mg por plântula (Nakagawa, 1999);

Emergência de plântulas em campo: realizado em canteiros na área experimentais da Universidade Estadual de Londrina com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeadas a 3 cm de profundidade. A umidade foi mantida com irrigações de acordo com a necessidade. A avaliação do número de plântulas normais emergidas foi realizada no décimo quinto dia (Nakagawa, 1999);

Índice de velocidade de emergência de plântulas: realizado juntamente com o teste de emergência de plântulas em campo, por meio de contagens diárias do número de plântulas

normais emergidas até a estabilização da emergência, segundo a fórmula proposta por Maguire (1962);

Os dados foram submetidos as análises de normalidade e homogeneidade dos erros e, posteriormente, a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do fator cultivar para as variáveis massa de mil sementes, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica, comprimento de parte aérea e de raiz de plântulas e massa seca de raiz de plântulas. Para as características germinação, massa seca de parte aérea de plântulas, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas em campo não foi verificado efeito significativo da cultivar (Tabela 1).

**Tabela 1** - Valores de quadrado médio da análise de variância para as características da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de cevada

Fonte de variação	Características									
	MMS (g)	PC (%)	G (%)	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (mg)	MSR (mg)	IVE (%)	EC (%)
C	0.002*	0.001*	0.244	0.005*	0.001*	0.001*	0.139	0.022*	0,814	0,789
BL	0.172	0.591	0.877	0.143	0.595	0.746	0.702	0.136	0,886	0,820
CV (%)	6,86	3,27	4,66	3,47	10,04	5,55	12,84	17,07	14,33	11,93

\*: significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

C: cultivar; BL: bloco; CV: coeficiente de variação; MMS: massa de mil sementes; PC: primeira contagem; G: germinação; CE: condutividade elétrica; CPA: comprimento da parte aérea; CR: comprimento de raiz; MSPA: massa seca da parte aérea; MSR: massa seca da raiz; IVE: índice de velocidade de emergência; EC: emergência em campo.

A média da massa de mil sementes foi significativamente maior para as cultivares BRS KORBEL, BRS SAMPA, BRS BOREMA, BRS MARCIANA, BRS 195, BRS MANDURI, CAUÊ, BRS ELIS e BRS BRAU (Tabela 2). Costa, Zucareli e Riede (2013) citam que a massa de mil sementes é uma medida que apresenta forte controle genético, dessa forma, esta variável pode ser determinada pelo genótipo. Os resultados encontrados no presente estudo e em outros trabalhos que também avaliaram a influência de diversas cultivares sobre a qualidade dos grãos/sementes de trigo (Gutkoski et al., 2007; Silva et al., 2015) e aveia branca (Cardozo et al., 2002; Alves e Kist, 2011), corroboram com estes autores, confirmando a existência de variações genotípicas para esta característica.

**Tabela 2** - Massa de mil sementes (MMS), primeira contagem da germinação (PC), condutividade elétrica (CE), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca da raiz (MSR) de cultivares de cevada avaliadas em Londrina-PR

Genótipos	Características					
	MMS (g)	PC (%)	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )	CPA (cm)	CR (cm)	MSR (mg)
BRS 195	38.13 a	87.67 bc	228.00 ab	9.77 abcd	14.27 a	0.110 ab
BRS MANDURI	36.45 a	96.67 ab	220.33 ab	9.68 abcd	14.54 a	0.120 a
BRS CAUE	36.30 a	90.67 abc	202.67 ab	9.44 bcd	13.39 abc	0.107 ab
BRS 225	27.87 b	96.00 ab	208.00 ab	11.33 ab	15.22 a	0.117 a
BRS SAMPÁ	40.98 a	93.67 abc	173.00 b	7.06 d	11.79 bcde	0.090 ab
BRS BRAU	35.82 a	97.33 a	174.33 b	9.66 abcd	11.25 cde	0.083 ab
BRS BOREMA	40.50 a	92.33 abc	228.00 ab	10.37 abc	13.84 ab	0.093 ab
BRS MARCIANA	38.80 a	95.67 ab	282.00 a	12.53 a	14.78 a	0.107 ab
BRS KORBEL	41.61 a	94.33 abc	201.67 ab	10.34 abc	13.40 abc	0.100 ab
BRS ELIS	35.87 a	85.67 c	171.67 b	9.19 bcd	11.11 de	0.093 ab
BRS ITANEMA	35.23 ab	97.33 a	177.33 b	7.45 cd	10.76 e	0.067 b
CV (%)	6,86	3,27	3,47	10,04	5,55	17,07

Médias seguidas de mesmas letras coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,005$ ).

Não foi verificado efeito significativo de cultivar para a germinação de sementes (Tabela 2). Alves e Kist (2011) e Crusciol et al. (2002), trabalhando com três cultivares de aveia branca granífera e duas cultivares arroz de terras altas, respectivamente, também não observaram efeito de genótipos sobre a germinação de sementes.

De acordo com a Tabela 2, as cultivares BRS BRAU e BRS ITANEMA apresentaram as maiores velocidades de germinação, já a cultivar BRS ELIS apresentou a menor porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem.

Para o teste de condutividade elétrica, verificou-se que a cultivar BRS MARCIANA apresentou o maior valor para este caractere, sem diferenciar-se das cultivares BRS 195, BRS MANDURI, BRS CAUÊ, BRS 225, BRS BOREMA e BRS KORBEL (Tabela 2). As cultivares BRAV, BRS ELIS e ITANEMA apresentaram os menores valores para a variável em questão. Neste caso, as cultivares que apresentaram os maiores valores para a condutividade elétrica de sementes possuem menor vigor. De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), valores maiores de condutividade elétrica são ocasionados pela maior liberação de exsudatos no meio de embebição em virtude do comprometimento da integridade das membranas, e estão relacionados a sementes de qualidade inferior.

Dentre as cultivares, verificou-se que o maior comprimento de parte aérea de plântulas foi obtido pela cultivar BRS MARCIANA. Já para o comprimento de raiz de plântulas, constatou-se que os maiores valores para esta característica foram apresentados pelas cultivares BRS 195, BRS MANDURI, BRS 225 e BRS MARCIANA (Tabela 2).

Para a massa seca de raiz, verificou-se que as sementes produzidas pelas cultivares BRS MANDURI e BRS 225 originaram plântulas com maior matéria seca (Tabela 2). Prando et al. (2012), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de três genótipos de trigo (cultivares BRS 208 e BRS Pardela e a linhagem IWT 04008) em dois ambientes de cultivo (Londrina-PR e Ponta Grossa-PR), também verificaram efeito significativo dos materiais genéticos para a massa de matéria seca de plântulas.

Os testes de índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas a campo não detectaram diferenças significativas entre as cultivares analisadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Imolesi et al. (2001) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de cinco genótipos de milho.

## CONCLUSÃO

As cultivares que apresentaram os melhores desempenhos fisiológicos de sementes na Região Norte do Paraná foram: BRS 225, BRS BOREMA BRS MANDURI, BRS MARCIANA e BRS KORBEL.

## REFERÊNCIAS

- COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 215-224, 2013.
- CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. H.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de arroz de terras altas em dois sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1569-1574, 2002.
- CARDOZO, T. M.; SCHUCH, L. O. B.; ROSENTHAL, M. D. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 331-338, 2002.
- GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B.; PAGNUSSATT, F. A.; PEDÓ, I. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivadas no cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 786-792, 2007.
- ALVES, A. C.; KIST, V. Qualidade fisiológica de sementes primárias, secundárias e terciárias da espiguetta de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1/4, p. 153-157, 2011.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: Grãos, sexto levantamento março/2018. Brasília: CONAB, 2018. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_03\\_13\\_14\\_15\\_33\\_grao\\_marco\\_2018.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_03_13_14_15_33_grao_marco_2018.pdf)>. Acesso em: 29, mar. 2018.

LUDWIG, M. P.; SCHUCH, L. O. B.; LUCCA FILHO, O. A.; AVELAR, A. A. G.; MIELEZRSKI, F.; DE OLIVEIRA, S.; CRIZEL, R. L. Desempenho de sementes e plantas de milho híbrido originadas de lotes de sementes com alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 1, p. 83-92, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PIÑA RODRIGUES, F. C. M. (Ed.). **Manual de análise de sementes florestais**. Fundação Cargill, 1988. p. 55-72.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.21.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVIERA, E. A. P.; PANOFF, B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 272-279, 2012.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; CANTARELLI, L. D. Relação entre a qualidade de aveia-preta e a produção de forragem e de sementes. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2008.

VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; PANOBIANCO, M.; BERGAMASCHI, M. C. M.; MAURO, A. O. Comportamento de cultivares de soja quanto a qualidade fisiológica de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 123-130, 1998.

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. cap. 4, p. 1-26.

YALÇIN, E.; ÇELİK, S.; AKAR, T.; SAYIM, I.; KÖKSEL, H. Effects of genotype and environment on b-glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 1, p. 171-176, 2007.