

TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CENOURA

Claudionice Alves Domiciano¹, Soraia Olivastro Teixeira², Marco Antonio Camillo de Carvalho³, Oscar Mitsuo Yamashita³, Rivanildo Dallacort³

¹Engenheira Agrônoma, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil

²Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil

³Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil

(Autor para correspondência: marcocarvalho@unemat.br)

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

Devido aos elevados custos na implantação de culturas olerícolas, a realização de testes rápidos e confiáveis na avaliação de vigor em sementes de hortaliças têm sido necessários e, dentro desse contexto, destaca-se o teste de condutividade elétrica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o teste de condutividade elétrica, em diferentes períodos de exposição e temperaturas, para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro lotes de sementes de cenoura cv. Brasília, combinados com quatro variações no teste de condutividade elétrica (20 °C/30 horas; 25 °C/24 horas; 30 °C/18 horas e 35 °C/12 horas de imbibição das sementes). Foram analisadas as variáveis de porcentagem de germinação, primeira contagem, emergência em campo, índice de velocidade de germinação e emergência. O teste de condutividade elétrica conduzido na temperatura de 20 °C/30 horas apresentou maior eficiência na separação dos lotes de sementes de cenoura.

PALAVRAS-CHAVE: *Daucus carota* L, germinação, vigor.

TEST OF CONDUCTIVITY ELECTRIC FOR EVALUATION OF THE QUALITY PHYSIOLOGICAL OF SEEDS OF *Daucus carota* L.

ABSTRACT

Due to the high costs in the implementation of vegetable crops, carrying out rapid and reliable tests in force evaluation in vegetable seeds have been necessary and, within this context, there is the electrical conductivity test. This study aimed to evaluate the electrical conductivity test at different exposure times and temperatures, to evaluate the physiological quality of carrot seeds. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in a factorial 4 x 4, with five lots of carrot seeds cv. Brasília, combined with four variations in the electric conductivity test (20 °C / 30 hours; 25 °C / 24 hours; 30 °C / 18 hours 35 °C / 12 hours of imbibition). The germination percentage of variables were analyzed, first count, field emergence, germination and emergence speed index. The electrical

conductivity test conducted at a temperature of 20 °C / 30 hours was more efficient in the separation of lots of carrot seeds.

KEYWORDS: *Daucus carota* L, vigor, germination.

INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça da família Apiaceae, do grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala, sendo a principal hortaliça de raiz comestível, além de uma das olerícolas que apresentam maior valor econômico (HUPPES et al., 2013). No cenário da produção de cenoura, apontada por levantamento da EMBRAPA HORTALIÇAS (2013), a produção nacional em 2011, foi de 780,8 mil toneladas cultivadas em uma área de 25 mil hectares, o que proporcionou produtividade média de 31,2 t ha⁻¹. De acordo com a FAO (2013), a produção mundial foi de aproximadamente 35,6 milhões de toneladas em 1,18 milhões de hectares, com produtividade média de 30,2 t ha⁻¹.

De acordo com MARCOS FILHO (2005), nas culturas de alface, repolho, cenoura, couve-flor, berinjela e cebola, o atraso e desuniformidade de desenvolvimento podem refletir efeitos negativos na qualidade do produto, com desvios em relação ao padrão desejado e redução do valor comercial. Assim, a qualidade de sementes é fundamental para a obtenção de uniformidade na germinação, plantas com maior desenvolvimento inicial e garantir *stand* ideal de plantas, podendo essa característica ser avaliada através de diversos testes de vigor, desenvolvidos com o objetivo de identificar possíveis diferenças no grau de deterioração de sementes que apresentem potencial germinativo semelhante, podendo estimar sua capacidade de armazenamento e emergência de plântulas a campo (OLIVEIRA et al., 2014).

Reforçando a importância de se ter no comércio sementes com elevada porcentagem de germinação, PESKE et al. (2010) comentam que em hortaliças, há muito tempo o agricultor sabe que utilizando sementes de alta qualidade fisiológica o seu cultivo vem mais rápido e uniforme, possibilitando ganhos comerciais, pois é constrangedor observar bandejas onde apenas 80% das células apresentem plântulas.

A verificação da qualidade de sementes é importante para garantir melhor resultado a campo devido a elevados custos para implantação de culturas olerícolas. Em geral, a responsabilidade pelas falhas na germinação e estande reduzido de plantas no campo, tem sido atribuída à baixa qualidade fisiológica do lote de sementes utilizado (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Os testes de vigor são métodos de avaliação da qualidade fisiológica indispensáveis nos laboratórios de sementes, e dentre eles, destaca-se o teste de condutividade elétrica, que se baseia no princípio de que com o avanço do processo de deteriorização, ocorre aumento da lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (ROSA et al., 2000).

Entre as inúmeras vantagens do teste de condutividade elétrica como um bom indicador do vigor de sementes, está o fato de ser considerado rápido e por estar relacionado com eventos iniciais da sequência de deterioração das sementes, como a degradação das membranas celulares e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Segundo MARCOS FILHO (2005) a temperatura durante o processo de embebição influencia a velocidade de embebição e lixiviação de eletrólitos do interior das células para o meio externo. A temperatura de embebição está correlacionada ao tempo de exposição das sementes, com isto, quanto maior a temperatura maior será a velocidade de lixiviação de eletrólitos. O presente trabalho teve como objetivo estudar o teste de condutividade elétrica em diferentes combinações de períodos de exposição e temperaturas, para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Centro de Tecnologia da Amazônia Matogrossense (CETAM), da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta – MT, no período de fevereiro a julho de 2012.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com esquema fatorial 4 x 4, sendo os tratamentos para a avaliação da condutividade elétrica das sementes constituídos pela combinação de quatro alternativas de temperatura e tempo de exposição (35 °C/12 horas, 20 °C/30 horas, 30 °C/18 horas e 25 °C/24 horas) e quatro lotes de sementes de cenoura cv. Brasília, com cinco repetições cada. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso.

Inicialmente, foi determinado o teor de água das sementes, pelo método padrão da estufa, a 105±3 °C, por 24 horas, utilizando-se quatro subamostras de 25 sementes para cada lote, conforme BRASIL (2009). O teste padrão de germinação foi conduzido com cinco repetições, constituída de 25 sementes cada por lote, utilizando como substrato duas folhas de papel tipo germitest, previamente umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. As sementes foram distribuídas uniformemente em caixas acrílicas transparentes tipo “gerbox” de dimensão 11,0 x 11,0 x 3,5 cm e colocadas em germinador tipo “BOD” regulado na temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram feitas diariamente, computando-se até o décimo quarto dia a porcentagem de plântulas normais segundo os critérios de BRASIL (2009).

A primeira contagem de germinação foi conduzida conjuntamente com o teste de germinação, quando foram computadas as plântulas normais logo após a sua germinação (sétimo dia), sendo os dados expressos em porcentagem. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado através dos dados obtidos das contagens diárias das plântulas normais durante 14 dias, sendo o índice calculado conforme a fórmula apresentada por MAGUIRE (1962).

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

onde:

G_1, G_2 e G_n : número de plântulas na primeira, segunda e última contagem.

N_1, N_2 e N_n : número de dias de semeadura na primeira, segunda e última contagem.

Na emergência em viveiro foram utilizadas cinco subamostras de 25 sementes para cada lote, semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, com uma semente por célula, contendo como substrato comercial Plant Max Hortaliças®. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido com tela de

retenção de luminosidade (75%), efetuando-se três regas diárias, visando à manutenção da capacidade de campo do substrato. As avaliações foram realizadas ao décimo quarto dia após a semeadura, através de contagem de plântulas normais emergidas, sendo os resultados expressos em porcentagem.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi conduzido em conjunto com o teste de emergência das plântulas em bandeja, anotando-se diariamente e no mesmo horário, o número de plântulas que apresentavam as folhas cotiledonares visíveis. Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas emergidas, calculou-se o índice empregando-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962).

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

onde:

G_1, G_2 e G_n : número de plântulas normais na primeira, segunda e última contagem.

N_1, N_2 e N_n : número de dias de semeadura na primeira, segunda e última contagem.

A condutividade elétrica foi realizada com a utilização de cinco repetições de 25 sementes por lote, as quais foram contadas e pesadas em balança de precisão 0,001 g e, logo após, colocadas em copos plásticos descartáveis contendo 50 mL de água deionizada para embeber a diferentes temperaturas e tempo, conforme os tratamentos de 35 °C/12 horas, 20 °C/30 horas, 30 °C/18 horas e 25 °C/24 horas, sendo mantidos em câmaras de germinação, com fotoperíodo de 12 horas. A avaliação foi realizada após cada período de tempo ser atingido, retirando-se os recipientes da câmara de germinação do tipo "BOD.", sendo os mesmos agitados suavemente para homogeneização da solução, e a condutividade elétrica medida com condutivímetro portátil marca Gehaka CG220®. O eletrodo do aparelho foi lavado em água deionizada e seco com papel-toalha antes de cada medição. Os valores médios da condutividade elétrica de cada lote foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de semente.

Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Assistat, versão 7.6 Beta (SILVA, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água das sementes dos lotes apresentaram-se em torno de 10% $\pm 1,0$, estando assim, dentro do limite considerado por VIEIRA & KRZYZANOWSKI (1999), como ideal para a comparação de lotes de sementes o qual é de 2,0%. O teor de água presente nos lotes das sementes de cenoura foram superiores quando comparado com os resultados obtidos por HUPPES et al. (2013), onde o teor médio inicial de água de sementes de cenoura cv. Brasília foi de 6,58%. A padronização da umidade visa dar mesmas condições de tempo de embebição para os lotes testados.

Os resultados obtidos com os testes realizados em laboratório e casa de vegetação estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Observou-se que os testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, emergência em campo e índice de velocidade de emergência foram capazes de detectar diferenças de qualidade entre os lotes de sementes.

Verifica-se na Tabela 1, que os lotes 4 e 1 apresentaram porcentagem de germinação, porcentagem de primeira contagem e índice de velocidade de

germinação superiores aos lotes 3 e 2, onde para esses dois lotes, os valores inferiores de porcentagem de germinação de 49,0 e 32,0%, respectivamente, encontram-se abaixo dos padrões mínimos para a comercialização, sendo que a germinação mínima é de 75%, conforme a portaria DAS nº 51 de 2 de março de 2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013).

As maiores médias no teste de primeira contagem da germinação e o elevado índice de velocidade de germinação dos lotes 4 e 1 em comparação aos lotes 2 e 3, indicam que estes lotes podem ser considerados mais vigorosos que aqueles com germinação mais lenta. Segundo BENTO et al. (2010), o teste de primeira contagem expressa também diferenças de velocidade de germinação entre lotes. Trata-se portanto, de um teste bastante interessante por identificar lotes com capacidade de estabelecimento mais rápido além de ser conduzido simultaneamente com o teste de germinação, não exigindo equipamento ou infraestrutura adicional.

TABELA 1. Valores de porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE) de quatro lotes de sementes de cenoura. Alta Floresta-MT, 2012.

| Lotes | G (%) | PCG (%) | IVG | EC (%) | IVE |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
| Lote 1 | 80,0 a | 77,0 a | 5,25 b | 33,6 b | 0,98 b |
| Lote 2 | 32,0 c | 25,0 b | 1,51 c | 17,6 b | 0,54 b |
| Lote 3 | 49,0 b | 39,0 b | 2,08 c | 18,4 b | 0,51 b |
| Lote 4 | 86,0 a | 84,0 a | 6,54 a | 58,4 a | 2,38 a |
| CV (%) | 12,37 | 13,96 | 15,54 | 37,86 | 30,33 |
| Valor F | 45,0** | 53,5** | 66,2** | 12,3** | 34,0** |
| DMS | 16,03 | 16,49 | 1,25 | 21,94 | 0,60 |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelos testes de emergência a campo e índice de velocidade de emergência (Tabela 1), o lote 4 apresentou-se superior aos demais, comprovando assim a boa qualidade fisiológica deste lote de sementes, pois o decréscimo na resistência a estresses ambientais durante a emergência e crescimento inicial de plântulas, fazendo com que as condições ambientais sob as quais as sementes poderão germinar e emergir torne-se mais estreitas é um dos sintomas de deterioração das sementes. Consequentemente, uma vez que as condições ambientais do campo são normalmente desfavoráveis para a germinação e emergência de plântulas, em graus variáveis de intensidade, os lotes de elevado vigor apresentarão, normalmente, melhor desempenho em condições de campo, o que foi constatado por PÊGO et al. (2011).

O desdobramento da interação entre as alternativas para o teste de condutividade elétrica e lotes de sementes esta apresentado na Tabela 2. Notou-se que o teste padrão de 25 °C/24 horas e as alternativas 35 °C/12 horas e 30 °C/18 horas não se apresentaram capazes de diferenciar o vigor entre os lotes de sementes de cenoura. Apenas a alternativa 20 °C/30 horas possibilitou a diferenciação entre os lotes, onde verificou-se que o lote 4 apresentou valores menores de condutividade elétrica, no entanto não diferindo do lote 3. Como uma alta condutividade indica maior deterioração das membranas celulares das sementes, tendo como consequência maior liberação de exsudatos para o exterior

da célula, a baixa condutividade elétrica significa alta qualidade da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Verificou-se na Tabela 2, que para os lotes 1 e 4, a alternativa de 30 °C/18 horas diferenciou-se de 35 °C/12 horas e 25 °C/24 h horas, proporcionando maiores valores de condutividade elétrica, pois o vigor das sementes é um valor inversamente proporcional em relação a condutividade. Não se observou diferença entre as alternativas para o lote 2. Entretanto, para o lote 3, os maiores valores de condutividade elétrica foram obtidos nas alternativas de 35 °C/12 horas e 30 °C/18 horas. A utilização de alternativas do teste de condutividade para a diferenciação de lotes de sementes, concorda com os resultados obtidos por HEMKEMEIER et al. (2013), com sementes de beterraba, em que foi possível definir uma alternativa eficiente para estratificação de lotes quanto a sua qualidade fisiológica.

Tradicionalmente a temperatura de embebição utilizada no teste de condutividade elétrica é de 25 °C (MARCOS FILHO, 2005). Entretanto, essa temperatura durante a diferenciação dos lotes de sementes de cenoura cv. Brasília não foi eficaz, juntamente com os tratamentos a 30 °C e 35 °C combinados com a duração de embebição das sementes analisadas.

Por outro lado, foi constatado por TOKOHISA et al. (2009), que o teste de condutividade elétrica foi eficiente para diferenciar o vigor de lotes de sementes de mamão utilizando-se 50mL de água, a 25°C, ou em 75mL de água, a 30°C. Estas diferenças observadas indicam que pode haver diferença no comportamento ao teste de condutividade elétrica em função da espécie trabalhada.

TABELA 2. Desdobramento da interação significativa entre lotes e tratamentos, para condutividade elétrica de quatro lotes de sementes de cenoura. Alta Floresta-MT, 2012.

| Tratamento | Lote 1 | Lote 2 | Lote 3 | Lote 4 |
|----------------|--|----------|-----------|----------|
| | ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) | | | |
| 35 °C/12 horas | 9,8 b A | 11,3 a A | 11,4 a A | 9,6 b A |
| 20 °C/30 horas | 10,8 ab B | 11,3 a A | 9,0 b BC | 8,6 b C |
| 30 °C/18 horas | 12,1 a A | 11,3 a A | 10,4 ab A | 12,5 a A |
| 25 °C/24 horas | 9,3 b A | 10,4 a A | 8,8 b A | 8,8 b A |
| DMS T (L) | 2,24 | | | |
| DMS L (T) | 2,24 | | | |
| CV (%) | 11,52 | | | |
| Valor F (T*L) | 2,64* | | | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como a temperatura utilizada, a duração do período de embebição das sementes tem também efeito sobre a capacidade do teste de distinguir diferenças de qualidade entre os lotes (DIAS & MARCOS FILHO, 1995). O período que se recomenda é de 24 horas de embebição (MARCOS FILHO, 2005), porém, a possibilidade da redução deste período é vantajosa para a indústria de sementes. Resultados que avaliem a qualidade fisiológica das sementes rapidamente, encurtam o período de tomada de decisão da indústria de sementes na diferenciação dos lotes, segundo DIAS & MARCOS FILHO (1995).

Trabalhando com sementes de sorgo VASQUEZ et al. (2011) observaram que a diminuição no tempo de embebição ou na temperatura são eficientes em promover adequada estratificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, concluindo que a temperatura de 25°C por 24 horas de embebição é a mais adequada.

Somente a alternativa 35°C/12 horas se correlacionou com os testes de germinação e vigor (Tabela 3). Nota-se a correlação negativa significativa entre esta alternativa e os outros testes, indicando que conforme a condutividade diminui as porcentagens de germinação aumentam. Não foi observada correlação significativa entre as alternativas do teste de condutividade elétrica.

TABELA 3. Correlação simples entre os testes de porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE) e alternativas do teste de condutividade elétrica (35°C/12 horas (A1), 20°C/30 horas (A2), 30°C/18 horas (A3) e 25°C/24 horas(A4)) para sementes de cenoura. Alta Floresta-MT, 2012.

| | G | PCG | IVG | EC | IVE | A1 | A2 | A3 | A4 |
|-----|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| G | - | 0,9** | 0,9** | 0,7** | 0,7** | -0,5* | -0,3ns | 0,3ns | -0,4ns |
| PCG | | - | 0,9** | 0,7** | 0,8** | -0,5* | -0,3ns | 0,2ns | -0,4ns |
| IVG | | | - | 0,8** | 0,8** | -0,6* | -0,3ns | 0,3ns | -0,3ns |
| EC | | | | - | 0,9** | -0,5* | -0,3ns | 0,3ns | -0,4ns |
| IVE | | | | | - | -0,5* | -0,5* | 0,3ns | -0,4ns |
| A1 | | | | | | - | 0,3ns | -0,2ns | 0,1ns |
| A2 | | | | | | | - | -0,0ns | 0,4ns |
| A3 | | | | | | | | - | -0,2ns |
| A4 | | | | | | | | | - |

*, ** e ns correspondem respectivamente a significativo a 5%, 1% e não significativo e pelo teste t

CONCLUSÕES

- O procedimento padrão para o teste de condutividade elétrica (25 °C/24 horas) não se mostrou eficiente;
- A alternativa 20 °C/30 horas foi a mais eficiente para a identificação de diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes de cenoura cv. Brasília.
- A alternativa 35°C/12 horas se correlacionou significativamente com os testes de germinação e de vigor estudados.

REFERÊNCIAS

BENTO, S. R. S. O.; SANTOS, A. E. O.; MELO, D. R. M.; TORRES, S. B. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 32, n. 4, p. 111-117, 2010.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 395 p.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Londrina-PR, v. 5, n. 1, p. 26-36, 1995.

EMBRAPA HORTALIÇAS – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Situação das safras de hortaliças no Brasil**. Disponível em: < <http://www.cnph.embrapa.br>>. Acesso em: 18 mar. 2013.

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Agricultural production**: primary crops. Disponível em: < <http://www.fao.org>>. Acesso em: 18 mar. 2013.

HEMKEMEIER, L.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; LAVEZO, A.; BATISTÃO, A. C.; MENDES, E. D. R. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de beterraba. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta-MT, v. 11, n. 1, p. 27-32, 2013.

HUPPES, J.; KIKUTI, A. L. P.; PEREIRA, C. E.; KIKUTI, H. Vigor de sementes de cenoura e sua relação com o desempenho de plantas em campo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 9, n. 16, p. 2111-2121, 2013.

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

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria DAS nº 51, de 2 de março de 2011**. Disponível em: < http://members.wto.org/crnattachments/2011/sps/BRA/11_1061_00_x.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2013.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

OLIVEIRA, S.; TAVARES, L. C.; LEMES, E. S.; BRUNES, A. P.; DIAS, I. L.; MENEGHELLO, G. E. Tratamento de sementes de Avena sativa L. com zinco: qualidade fisiológica e desempenho inicial de plantas. **Semina: Ciencias Agrárias**, Londrina-PR, v. 35, n. 3, p.1131-1142, 2014.

PÊGO, R. G.; NUNES, U.; R. MASSAD, M. D. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plantas de rúcula no campo. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 41, n. v.8, p. 1341-1346, 2011.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Benefícios e obtenção de sementes de alta qualidade. **Seed News**, Pelotas-RS, v. 14, n. 5, p. 22-28, 2010.

ROSA, S. D. V. F.; VON PINHO, E. V. R.; VIEIRA, M. G. G. C.; VEIGA, R. D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 54-63, 2000.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**: versão 7.6 beta. Campina Grande: Assistência estatística, Departamento Agrícola do CTRN. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 18 mar. 2013.

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

VASQUEZ, G. H.; BERTOLIN, D. C.; SPEGIORIN, C. N. Teste de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 9, n. 1, p. 18-24, 2011.

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-PR: Abrates, 1999. p. 1-26.