



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agronômico de Campinas

Brasil

PIVOTTO BORTOLOTTO, RAFAEL; LEMOS DE MENEZES, NILSON; CAMACHO GARCIA,  
DANTON; MATHEUS MATTIONI, NILSON

Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz

Bragantia, vol. 67, núm. 4, octubre-diciembre, 2008, pp. 991-996

Instituto Agronômico de Campinas

Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90811214023>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# TECNOLOGIA DE SEMENTES

## COMPORTAMENTO DE HIDRATAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE ARROZ<sup>(1)</sup>

RAFAEL PIVOTTO BORTOLOTTO<sup>(2)</sup>; NILSON LEMOS DE MENEZES<sup>(3\*)</sup>;  
DANTON CAMACHO GARCIA<sup>(3)</sup>; NILSON MATHEUS MATTIONI<sup>(4)</sup>

### RESUMO

O trabalho teve como objetivo verificar a relação existente entre o comportamento da curva de hidratação de sementes de arroz e sua qualidade fisiológica. Foram utilizados seis lotes de sementes de arroz, sendo três da cultivar IRGA 417 e três da cultivar IRGA 422 CL, inicialmente submetidos a testes para caracterizar o potencial fisiológico dos lotes: germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, frio sem terra, condutividade elétrica, comprimento de plântula, massa seca de plântula e emergência em campo. Posteriormente, foi determinada a curva de hidratação das sementes de cada lote. Conclui-se que a qualidade fisiológica afeta o teor de água alcançado pelas sementes de arroz durante a hidratação, e nas sementes menos vigorosas notam-se menor velocidade de hidratação e grau de umidade, comparativamente às sementes de mais vigor.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*, teor de água, germinação.

### ABSTRACT

#### HIDRATION PERFORMANCE AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE SEEDS

The objective of this study was to verify the relationship between the shape of the hydration curve and the physiological quality of rice seeds. Six lots of rice seeds were used, three of cultivar IRGA 417 and three of cultivar IRGA 422 CL. The rice seeds were submitted to a set of tests in order to measure the physiological potential of the lots: germination, first count germination, accelerated aging, cold test (without soil), electrical conductivity, length and dry mass of seedlings and seedling emergence in the field. After evaluation of the initial quality of the lots, the hydration curve was determined. It was concluded that physiological quality affects the water content reached by rice seeds during hydration, and that seeds with lower vigor present lower hydration rate and water content when compared to seeds with higher vigor.

**Key words:** *Oryza sativa*, water content, germination.

<sup>(1)</sup> Parte da dissertação de Mestrado, apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS). Recebido para publicação em 10 de setembro de 2007 e aceito em 16 de maio de 2008.

<sup>(2)</sup> Mestre em Agronomia. E-mail: rpbortolotto@yahoo.com.br

<sup>(3)</sup> Programa de Pós-graduação em Agronomia, Deptamento de Fitotecnia, CCR, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail: nlmenezes@smail.ufsm.br. (\*) Autor correspondente.

<sup>(4)</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, UFSM – Bolsista PET.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de hidratação das sementes segue um padrão trifásico, conforme o descrito por BEWLEY e BLACK (1994), no qual a primeira fase é bastante rápida, ocorrendo como consequência do potencial matricial de vários tecidos (FLOSS, 2004); é caracterizada pelo início da degradação das substâncias de reserva (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Na segunda fase, a semente absorve água muito lentamente, estabelecendo-se, aparentemente, o transporte ativo de substâncias desdobradas na fase anterior, do tecido de reserva para o tecido meristemático (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Na terceira fase, torna-se visível a retomada do crescimento do embrião, identificada pela protrusão da raiz primária, etapa alcançada apenas por sementes vivas e não dormentes (MARCOS FILHO, 2005).

A hidratação das sementes depende de sua composição química, da permeabilidade do tegumento (BECKERT e SILVA, 2002), espécie, disponibilidade de água, área de contato, temperatura (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), tamanho e forma dos poros das sementes e quantidade de cera na epiderme (CALERO et al., 1981). A hidratação da semente, segundo HEGARTY (1978), ocorre em taxas diferentes para cada indivíduo de um lote; as sementes mortas podem hidratar-se mais rapidamente do que aquelas capazes de germinar.

Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de associar a velocidade de hidratação da semente com a qualidade fisiológica, pois a velocidade de absorção parece ser afetada pela qualidade das sementes, constituindo-se, assim, em indicativo de qualidade (SOUZA et al., 1996; BECKERT e SILVA, 2002; MOTTA, 2002; WRASSE, 2006).

Pelas características físicas e fisiológicas associadas à absorção de água, em sementes de *Calopogonium mucunoides* constata-se que quanto maior a porcentagem de sementes intumescidas, menor é a qualidade do respectivo lote de sementes (SOUZA et al., 1996).

Estudando a relação entre qualidade fisiológica e freqüência de espessura de sementes hidratadas de soja, BECKERT e SILVA (2002) verificaram que as sementes com maior espessura absorveram uma maior quantidade de água no mesmo intervalo de tempo, sugerindo que sementes mais deterioradas absorvem água mais rapidamente. Entretanto, para McDONALD et al. (1988), a hidratação ocorreu de forma similar em água líquida, independentemente do estádio de deterioração. Por outro lado, WRASSE (2006) verificou na cultura do arroz irrigado que as sementes com menor qualidade fisiológica têm menor velocidade de hidratação do que sementes de maior qualidade.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar a relação existente entre o comportamento da curva de hidratação de sementes de arroz e sua qualidade fisiológica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) e na área experimental do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), de março a dezembro de 2006.

Foram utilizados seis lotes de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), sendo três lotes da cultivar IRGA 417 e três da cultivar IRGA 422 CL. O trabalho foi constituído de dois experimentos, um para cada cultivar, com três tratamentos cada um, constituído pelos lotes. Os lotes, de ambas as cultivares, possuíam qualidade fisiológica distinta (Tabela 1), sendo todos provenientes da safra 2005/06. Os lotes de sementes foram obtidos da empresa Sementes Cauduro, do município de São Vicente do Sul (RS). Inicialmente, foi realizada a superação da dormência através da pré-ssecagem (BRASIL, 1992); em seguida, aplicou-se o conjunto de testes descritos a seguir, para caracterizar o potencial fisiológico dos lotes.

**Germinação:** utilizaram-se quatro repetições de cem sementes para cada lote, semeadas em rolos de papel toalha umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco, mantidas em germinador regulado a 25 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco e aos 14 dias, após o início do teste, conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Primeira contagem de germinação:** realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as plântulas normais, após cinco dias da instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Teste de envelhecimento acelerado:** as sementes foram acondicionadas em caixas plásticas (minicâmaras) de 11 x 11 x 3 cm, com bandeja telada e tampa. Após a adição de 40 mL de água destilada nas caixas, foram distribuídas uniformemente 600 sementes de cada um dos lotes sobre a tela e, então as caixas foram fechadas e levadas à estufa a 41 °C, durante 96 horas (AOSA, 1983). Após este período, instalou-se o teste de germinação, conforme descrito anteriormente, sendo a avaliação realizada no sétimo dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Tabela 1.** Germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio sem terra (TF) e condutividade elétrica (CE) de três lotes de sementes de arroz cv IRGA 417 e cv IRGA 422 CL. Santa Maria (RS), 2006

Lotes	G	PC	EA	TF	CE
					$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
Cultivar IRGA 417					
L1	95a*	94a	87a	88a	35,677a
L2	85b	65b	69b	80b	34,955a
L3	94a	92a	89a	90a	33,607a
CV(%)	5,81	6,33	3,44	3,81	3,77
Cultivar IRGA 422 CL					
L1	88a	81a	79a	83a	22,219a
L2	86a	63b	69b	72b	26,038b
L3	88a	86a	86a	82a	21,692a
CV(%)	4,71	6,14	5,08	5,88	6,05

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

**Teste de frio sem terra:** foram utilizadas quatro repetições de cem sementes de cada lote, distribuídas em rolos de papel-toalha umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, vedados com fita adesiva e mantidos em câmara regulada a 10 °C durante sete dias. Após este período, os rolos foram transferidos para um germinador à temperatura de 25 °C, onde permaneceram por mais sete dias, de acordo com a descrição de CÍCERO e VIEIRA (1994). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Condutividade elétrica:** realizado pelo método massal, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes intactas, selecionadas visualmente. Estas foram pesadas em balança analítica de precisão (0,001 g) e imersas em 75 mL de água destilada, em copos plásticos mantidos a 25 °C, por 24 horas. Após a imersão das sementes, fez-se a leitura com o condutivímetro, marca Digimed CD-21 e os resultados constatados a partir do valor da condutividade elétrica dividido pela massa úmida das sementes e expressos em  $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ .

**Comprimento de plântula:** utilizou-se o comprimento médio de dez plântulas normais tomadas ao acaso. As sementes foram semeadas em papel-toalha umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato, em quatro repetições de 20 sementes e levadas ao germinador à temperatura de 25 °C. A semeadura foi realizada sobre uma linha traçada no terço superior do papel substrato na direção longitudinal, conforme método proposto por NAKAGAWA (1994). As avaliações

foram realizadas aos sete dias após semeadura com auxílio de uma régua graduada em milímetros. O comprimento médio das plântulas foi obtido somando-se as medidas das plântulas de cada repetição e dividindo-se pelo número das plântulas mensuradas, com resultados expressos em milímetros (mm).

**Massa seca de plântula:** efetuado com quatro repetições de dez plântulas, provenientes do teste de comprimento de plântula, mantido em sacos de papel, em estufa a 60 °C, por 48 horas. Em seguida, as plântulas foram pesadas em balança de precisão (0,001 g) e o valor obtido pela soma de cada repetição foi dividido pelo número de plântulas utilizadas. Os resultados foram expressos em mg por plântula.

A metodologia adotada para a determinação do comprimento e da massa seca das plântulas baseou-se na proposta apresentada por NAKAGAWA (1994), diferindo quanto às condições da secagem na estufa, para obtenção da massa seca, por considerar-se que estas modificações são mais adequadas às avaliações na espécie em estudo.

**Emergência em campo:** realizado com quatro repetições de cem sementes em linhas de 1,0 m de comprimento e espaçamento de 0,20 m entre linhas, em que a semeadura foi feita a uma profundidade média de 0,03 m. A semeadura foi realizada em 4 de outubro de 2006 e, após 21 dias, a contagem das plântulas emergidas.

Após a determinação da qualidade inicial dos lotes foi estabelecida à curva de hidratação, visando relacionar seu comportamento com a qualidade fisiológica das sementes.

**Curva de hidratação:** uma amostra de 100 g de cada lote foi colocada em papel umedecido e mantida a 25 °C. A cada três horas, durante 24 horas, duas repetições de 5 g foram retiradas dos rolos, para determinação da curva de hidratação. Posteriormente, determinou-se a umidade de cada amostra em estufa a 105 °C ± 3 °C, conforme RAS (BRASIL, 1992).

**Análise estatística:** foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado para os testes de laboratório e o de blocos ao acaso para o teste de campo, ambos com quatro repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 %, utilizando-se o programa estatístico SANEST (ZONTA et al., 1986). A variável germinação e suas derivações usadas foram transformadas em arco seno ( $X/100)^{1/2}$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes aos testes de germinação e vigor, aplicados às sementes de arroz, para caracterização inicial da qualidade fisiológica dos lotes estão apresentados na tabela 1.

O teste de germinação revelou diferenças significativas entre os lotes da cultivar IRGA 417. No lote 2 houve menor poder germinativo em relação ao lotes 1 e 3, cujas maiores porcentagens de plântulas normais ocorreram no fim de 14 dias. Para a cultivar IRGA 422 CL, não ocorreu diferença entre os lotes para esta variável.

Nos testes de primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e frio sem terra, os lotes 1 e 3 nas duas cultivares, não diferiram significativamente entre si, sendo o lote 2 de menor vigor, com menor número de plântulas normais formadas. Esses testes estratificaram quanto à qualidade os lotes da cultivar IRGA 422 CL, o que não foi observado no teste de germinação.

No teste de condutividade elétrica, aplicado às sementes da cultivar IRGA 417, não foi possível constatar diferenças significativas entre lotes. No entanto, para a cultivar IRGA 422 CL o teste foi eficiente na estratificação dos lotes, sendo o lote 2 como o de menor vigor. Esta diferença nos resultados pode ser justificada pela dificuldade de execução do teste em sementes com coberturas protetoras. Em sementes de arroz, a lema e a pálea, além de não permitirem a observação da integridade das sementes, podem influenciar na absorção de água e liberação de lixiviados, deste modo interferindo nos resultados (PASQUALI, 2005). Levando-se em consideração as pesquisas realizadas até o momento, percebe-se que as variáveis envolvidas no teste de condutividade

elétrica ainda não estão totalmente padronizadas (MARCHI e CÍCERO, 2002).

Os dados de comprimento e massa seca de plântula e emergência de plântulas em campo estão apresentados na tabela 2.

**Tabela 2.** Comprimento de plântula (CP), massa seca (MS) e emergência em campo (EC) de três lotes de sementes de arroz, cultivares IRGA 417 e IRGA 422 CL. Santa Maria (RS), 2006

Lotes	CP mm	MS mg	EC %
Cultivar IRGA 417			
L1	184,1a*	5,70a	81a
L2	193,5a	4,75b	72b
L3	190,8a	5,52a	82a
CV (%)	6,75	4,84	3,48
Cultivar IRGA 422 CL			
L1	179,8a	5,17a	76a
L2	180,2a	4,42b	65b
L3	185,7a	5,30a	80a
CV (%)	9,15	6,69	4,53

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Os resultados referentes ao comprimento das plântulas, obtidos para as duas cultivares, não evidenciaram diferenças entre os lotes, como havia sido observado nos testes anteriormente discutidos.

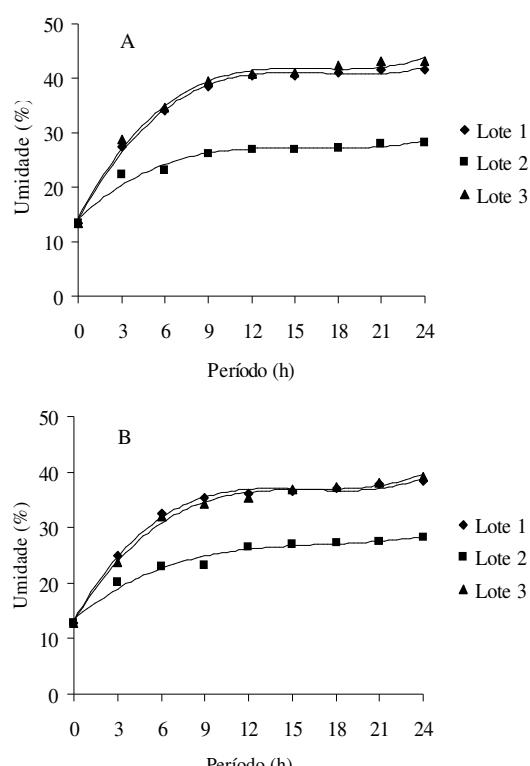
A massa seca de plântulas foi eficiente na estratificação dos lotes, indicando os lotes 1 e 3 como os mais vigorosos em cada cultivar. Esses resultados concordam com os constatados por HÖFS et al. (2004) ao concluir que o vigor das sementes afeta a capacidade das plântulas em acumular biomassa.

A emergência de plântulas em campo mostrou diferenças significativas entre os lotes nas duas cultivares. No lote 2 de ambas as cultivares observou-se menor emergência, confirmando seu menor vigor. Este resultado ratifica as pesquisas realizadas até o momento por MENEZES e SILVEIRA (1995); HÖFS et al. (2004); WRASSE (2006), que observaram a reprodução do comportamento das sementes em testes de laboratório, na emergência em campo, indicando que lotes de sementes de maior vigor têm emergência mais rápida e estande final mais uniforme, comparado com sementes de menor vigor.

A caracterização inicial dos lotes identificou o lote 2 como aquele de menor potencial fisiológico e não houve diferenças significativas entre os lotes 1 e

3, nas duas cultivares, tanto nos testes aplicados no laboratório quanto na emergência de plântulas em campo.

A figura 1 representa as curvas de hidratação dos três lotes de sementes das cultivares IRGA 417 e IRGA 422 CL. Observou-se que, para a cultivar IRGA 417, os lotes 1 e 3 tiveram comportamento semelhante, absorvendo quantidade de água equivalente a 14 pontos percentuais a mais, em relação ao lote 2, cujas sementes atingiram aproximadamente 28% de umidade, enquanto as sementes dos lotes 1 e 3 atingiram ao redor de 42% de umidade no mesmo período. O comportamento da curva de hidratação dos lotes da cultivar IRGA 422 CL foi semelhante ao ocorrido com os lotes da cultivar IRGA 417, porém, com diferença no percentual final de umidade após o período de 24 horas. O lote 2 atingiu um percentual de umidade 10% menor, comparado aos demais. Os lotes 1 e 3 atingiram aproximadamente 38%, enquanto o lote 2 apenas 28% de umidade, aproximadamente, no mesmo intervalo de tempo.



**Figura 1.** Curva de hidratação de três lotes de sementes de arroz cv IRGA 417 (A) e cv IRGA 422 CL (B) no período de 24 horas. Santa Maria (RS), 2006.

Além disso, verifica-se a estabilização do teor de água das sementes, para ambas as cultivares e lotes de maior (1 e 3) e menor (2) qualidade, a partir de 12

horas de hidratação. Pelas curvas de hidratação, o comportamento foi similar às duas primeiras fases da curva padrão descrito por BEWLEY e BLACK (1994) e CARVALHO e NAKAGAWA (2000).

A curva de hidratação em ambas as cultivares mostrou diferença na absorção de água entre o lote 2 e os demais lotes. Comparando o comportamento da curva de hidratação com os testes anteriormente realizados, verifica-se que os lotes 1 e 3 de ambas as cultivares foram os de maior vigor e maiores teores de água. Esses resultados diferem daqueles observados em outras culturas como a soja (ROCHA et al., 1984; ROSSETTO et al., 1995; BECKERT e SILVA, 2002); teosinto (MOTTA, 2002); *Calopogonium mucunoides* (SOUZA e MARCOS FILHO, 1993), cujos autores indicaram que as sementes mais deterioradas absorvem maior percentual de água nas primeiras horas de hidratação, pois as membranas celulares deterioradas são mais permeáveis à entrada de água. Por outro lado, WRASSE (2006) afirmou que na cultura do arroz irrigado as sementes com menor qualidade fisiológica têm menor velocidade de hidratação do que sementes de maior qualidade.

Os resultados observados para as sementes de arroz irrigado sugerem que a pálea e a lema atuam como barreira contra a entrada de água e oxigênio, assim influenciando na atividade metabólica inicial. A água e o oxigênio que conseguem passar por essa barreira são aproveitados de modo mais eficiente para o metabolismo das sementes mais vigorosas. De acordo com WRASSE (2006), esse metabolismo exige quantidade cada vez maior de água dando maior velocidade à hidratação e teores mais elevados nas primeiras horas. Com base nesses resultados, é possível relacionar velocidade de hidratação com qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado, pois os lotes de menor qualidade absorveram água mais lentamente e em menor quantidade do que lotes de maior qualidade fisiológica.

#### 4. CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica afeta o teor de água alcançado pelas sementes de arroz durante a hidratação, sendo as sementes menos vigorosas aquelas de menor velocidade de hidratação e grau de umidade, comparativamente às sementes de maior vigor.

#### REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigour testing handbook**. Lincoln: East Lansing, 1983. 88p. (Contribution 32)

- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York : Plenum Press, 1994. 445p.
- BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.1, p.61-69, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília:SNDA/DND/CLAV, 1992. 365p.
- CALERO, E. et al. Water absorption of seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v.21, n.6, p.926-933, 1981.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal : Funep, 2000. 588p.
- CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal : FUNEP, 1994. p.151-164.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 2.ed. Passo Fundo : UPF, 2004. 536p.
- HEGARTY, T.W. The Physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. **Plant, Cell and Environment**, Oxford v.1, n.2, p.101-119, 1978.
- HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26 n.1, p.92-97, 2004.
- MARCOS FILHO, M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARCHI, J.L.; CÍCERO, S.M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.12, n.1,2,3, p.20-27, 2002.
- McDONALD, M.B. et al. Soybean seed imbibition: water absorption by seed parts. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.993-997, 1988.
- MENEZES, N.L.; SILVEIRA, T.L.D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.2, p.350-359, 1995.
- MOTTA, W.A. **Hidratação, condutividade elétrica e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de teosinto**. 2002. 49f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.
- NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- PASQUALI, L.L. **Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionária**. 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.
- ROCHA, V.S. et al. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.06, n.2, p.51-66, 1984.
- ROSSETTO, C.A.V. et al. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.17, n.2, p.171-178, 1995.
- SOUZA, F.H.D.; MARCOS FILHO, J. Physiological characteristics associated with water imbibition by *Calopogonium mucunoides* Desv. seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.3, p.561-572, 1993.
- SOUZA, F.H.D. et al. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas a qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água I. Tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.18, n.1, p.33-40, 1996.
- WRASSE, C.F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.
- ZONTA, E.P. et al. **Sistema de análise estatística para microcomputadores** - SANEST. Pelotas: Instituto de Física e Matemática, UFPel, 1986. 150p.