



RBES

Revista Brasileira de
Engenharia e Sustentabilidade

ISSN 2448-1661

Pelotas, RS, UFPel-Ceng

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index>

v.6, n.1, p.38-44, jul. 2019

VIGOR DE LOTES DE SEMENTES DE ARROZ: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA

VERGARA, R.¹; NADAL, A. P.²; NETO, A. G.³; ZANONI, S. S.⁴; GADOTTI, G. I.⁵

¹ UFPel

² UFPel/aluna de graduação

³ URI/ Professor

⁴ Graduação em Agronomia/ Universidade do Sul de Santa Catarina

⁵ Centro de Engenharias/ Universidade Federal de Pelotas

Palavras-chave: *Oryza sativa*

L., emergência, teste de frio, envelhecimento acelerado.

Resumo

A cultura do arroz apresenta grande importância para região sul do Brasil, tendo esta região a maior área semeada e o maior centro industrial para o beneficiamento da cultura. Neste contexto a utilização de sementes de alta qualidade apresenta destacável papel na obtenção de melhores níveis de produção na cultura. Neste sentido, objetivou-se avaliar o comportamento da semente de lotes de três cultivares de arroz irrigado quando submetidas a diferentes metodologias de teste de vigor. Foram utilizados cinco lotes de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) oriundos de três cultivares, IRGA 424 RI, Guri INTA CL e Puitá INTA CL, totalizando quinze lotes. Para avaliação do vigor dos lotes foram utilizados os testes de emergência a campo, teste de frio e envelhecimento acelerado, sendo este último avaliado em períodos de 48, 72 e 96h com temperatura de 41°C. Observou-se influência da cultivar na eficiência dos diferentes testes utilizados, de tal forma que a utilização de cada metodologia apresentou diferentes níveis de sensibilidade para detecção de vigor para cada material genético utilizado.

EVALUATION OF VIGOR IN SEEDS OF DIFFERENT RICE CULTIVARS

Keywords: *Oryza sativa* L., accelerated aging, cold test.

Abstract

The rice culture is of great importance for the southern region of Brazil, with this region having the largest area sown and the largest industrial center for processing the crop. In this context, the use of high-quality seeds presents a remarkable role in obtaining better levels of production in the crop. In this sense, the objective of this study was to evaluate the seed behavior of three irrigated rice cultivars when submitted to different vigor test methodologies. Five rice seed lots (*Oryza sativa* L.) from three cultivars, IRGA 424 RI, Guri INTA CL and Puitá INTA CL were used, totaling fifteen lots. To evaluate the vigor of the lots, field tests, cold tests and accelerated aging were used, the latter being evaluated in periods of 48, 72 and 96 hours with a temperature of 41 ° C. It was observed influence of the cultivar in the efficiency of the different tests used, in such a way that the use of each methodology presented different sensitivity levels for the detection of vigor for each genetic material used.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa*) é semeada nas mais diversas regiões do Brasil, apresentando grande amplitude de sistemas e condições climáticas de cultivo. Na safra 2017/2018 foram semeadas, no Brasil, 1.978,8 mil hectares com a cultura, tendo nos estados da região sul sua maior área semeada. Neste contexto, o Rio Grande do Sul é principal estado produtor do cereal, com 1.077,6 mil hectares semeados na safra 2017/2018 (CONAB, 2018).

A janela preferencial de semeadura da cultura no principal estado produtor, ocorre nos meses de setembro e outubro, variando de acordo com o ciclo do material genético utilizado. Não raramente, observam-se períodos onde a temperatura do solo é inferior ao recomendado para germinação e estabelecimento da cultura. Tendo em vista o exposto nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), a temperatura ideal para a germinação da espécie é de cerca de 25°C. Deste modo, os valores obtidos no teste de germinação podem não ser correlatos com o observado a campo nestas condições de semeadura, o que tende a pôr em prova a qualidade fisiológica das sementes utilizadas na semeadura, em especial o nível de vigor.

Neste contexto, nota-se a necessidade da adoção de testes complementares ao teste de germinação para avaliação da qualidade de sementes de arroz. Para AOSA (1983), o vigor pode ser compreendido como aquelas propriedades das sementes que determinam o seu potencial para uma emergência rápida e uniforme, e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente.

Estudos ligados à dormência em sementes de arroz indicam que ocorre associação entre bases genéticas e os fatores ambientais, a qual seria controlada, portanto, por diversos genes de origem materna e nuclear, sendo considerada uma característica quantitativa (FOLEY; FENNIMORE, 1998). Dessa forma, sua expressão fenotípica depende da interação de diversos fatores, inclusive de genes promotores e/ou inibidores da herdabilidade da dormência em sementes de arroz.

Neste contexto, a adoção de uma metodologia para avaliação de vigor em sementes de arroz, deve levar em consideração variáveis genéticas que afetem a expressão de dormência. Tendo em vista a grande

variabilidade genética encontrada nos diferentes cultivares disponíveis no mercado.

Deste modo, objetivou-se avaliar o comportamento de lotes de sementes de três cultivares de arroz irrigado quando submetidas a diferentes metodologias para análise de vigor.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes pertencente ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, da Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizados quinze lotes de sementes de arroz oriundos de três cultivares, IRGA 424 RI, Guri INTA CL e Puitá INTA CL. As sementes utilizadas no ensaio foram produzidas na safra 2016/2017 na região sul do Rio Grande do Sul. Para escolha dos lotes a serem estudados, anteriormente a montagem do presente experimento, foi conduzido teste de germinação conforme a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), de tal forma que foram escolhidos lotes de mesmo nível de germinação, cerca de 90%.

Para avaliação do vigor dos lotes foram utilizados os seguintes testes:

Emergência a campo: Foram semeadas em solo da região (planossolo), quatro repetições com cinquenta sementes. Após vinte e um dias foram contabilizadas o número de plântulas emergidas.

Envelhecimento acelerado: conduzido com a utilização de caixas de plástico transparente (tipo *gerbox*), contendo 40 mL de água e uma bandeja de tela de alumínio, onde as sementes, após pesagem (8,0 g – 400 sementes), foram distribuídas sobre a tela formando uma camada uniforme. As caixas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. (*Biological Organism Development*), à 41°C, durante os períodos de 48, 72 e 96 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após cada período de envelhecimento, quatro subamostras de 100 sementes foram submetidas ao teste de germinação, distribuídas em rolos de papel toalha do tipo *germitest*, umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco,

seguindo metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com avaliação realizada após 7 e 14 dias após a semeadura, sendo o resultado expresso em percentual de plântulas normais.

Teste de frio: foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes de cada lote, distribuídas em rolos de papel toalha do tipo *germitest*, umedecidos 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 Cícero e Vieira (1994). Foram efetuadas avaliações após sete e quatorze dias, os resultados foram expressos em percentual de plântulas normais.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, constituído por 5 lotes e 6 repetições para cada cultivar. Os valores, quando significativos, foram submetidos ao teste Tukey com nível de 5% de significância. Os dados também foram submetidos a teste de correlação. O programa estatístico utilizado foi Winstat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, após análise estatística, que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos estudados. Assim, detectou-se variação no nível de vigor dos lotes testados em cada cultivar, bem como, efeito genético na eficiência de cada metodologia na detecção de vigor.

Notou-se, para a cultivar Guri INTA CL (Tabela 1), diferença significativa no nível de vigor dos lotes analisados através da emergência à campo, apresentando três níveis de vigor, tendo o maior nível de vigor o lote 1, não diferenciando-se do lote 2, os lotes 3 e 4 não apresentam diferença significativa do lote 2, sendo o lote 5 o que apresentou desempenho inferior em relação aos demais lotes. Neste contexto é possível indicar que o lote 1 apresenta alto vigor, os lotes 2, 3 e 4, apresentam médio vigor e o lote 5 baixo vigor.

Para a cultivar Guri INTA CL, a variável envelhecimento acelerado com 48 horas (EA 48h) presente na tabela 1, notou-se que a metodologia elencou entre os mais vigorosos os lotes 1, 2, 3,

4, e apresentando o pior vigor o lote 5. Embora, estatisticamente, os lotes 1, 2 e 3 não apresentem diferença significativa do lote 5. Vale enfatizar que a metodologia de análise de vigor por envelhecimento acelerado com 48 horas apresentou resultados numericamente e estatisticamente distintos do observado na emergência a campo.

Utilizando a metodologia de envelhecimento acelerado com 72 horas (Tabela 1), na cultivar Guri INTA CL, observou-se que os lotes 1 e 2, se apresentam como os maiores níveis de vigor, os lotes 3, 4 e 5 são apresentados como lotes de menor vigor. Assim, apresentando semelhança como resultado obtido na emergência a campo. Embora apresentando menor sensibilidade quando comparado a emergência a campo, a metodologia que adota envelhecimento acelerado com 72 horas de duração, apresenta capacidade para a distinção de níveis de vigor em sementes de arroz.

Tabela 1. Resultados de vigor da cultivar Guri INTA CL pelos testes de emergência a campo (E), envelhecimento acelerado com 48 horas (EA(48h)), 72 horas (EA(72h)), 96 horas de duração (EA(96h)) e teste de frio (TF).

Lote	E	EA(48h)	EA(72h)	EA(96h)	TF
1	99a	87ab	84a	84a	76b
2	95ab	86ab	84a	89a	84 ^a
3	92b	88ab	73b	67b	74b
4	91bc	89b	79ab	81ab	72b
5	85c	82b	72b	80ab	78ab
CV(%)	2,94	3,94	5,72	8,44	4,49

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com 5% de significância.

A utilização da metodologia envelhecimento acelerado com 96 horas de duração (Tabela 1), não apresentou sensibilidade na distinção de níveis de vigor em sementes de arroz da cultivar Guri INTA CL. Tal fato evidenciado pela indicação do lote 5 como lote de alto vigor, exatamente o oposto do observado durante a emergência a campo.

A metodologia teste de frio (Tabela 1), não apresentou eficiência na distinção em níveis de vigor para a cultivar Guri INTA CL, notou-se a não existência de relação com o resultado obtido no teste de emergência a campo. Vale enfatizar que a presente metodologia indicou o lote 5 como o mais vigoroso

entre os estudados, diferentemente do observado na emergência a campo, onde o mesmo lote foi indicado como de baixo vigor.

Na tabela 2 estão apresentados resultados referentes a cultivar Puitá INTA CL referentes as metodologias propostas no presente trabalho para avaliação de vigor em sementes de arroz. Observou-se entre os lotes estudados dois níveis de vigor expressos na emergência a campo. Apresentando os lotes 1, 2, 3 e 4 como os de mais alto vigor e o lote 5 como menos vigoroso.

Tabela 2. Resultados de vigor da cultivar Puitá INTA CL pelos testes de emergência a campo (E), envelhecimento acelerado com 48 horas [EA(48h)], 72 horas [EA(72h)], 96 horas de duração [EA(96h)] e teste de frio (TF)

Lote	E	EA(48h)	EA(72h)	EA(96h)	TF
1	91a	87a	80b	84a	78ab
2	89a	88a	78b	82ab	82 ^a
3	89a	85a	84ab	80ab	55c
4	87a	88a	84ab	81ab	78ab
5	71b	73b	89a	84a	71b
CV(%)	3,82	5,33	4,25	4,99	5,68

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey com 5% de significância.

A metodologia envelhecimento acelerado com duração de 48 horas para a cultivar Puitá INTA-CL (Tabela 2), demonstrou eficiência na separação dos lotes em níveis de vigor, de tal forma que agrupou os níveis de vigor observados na emergência a campo. Embora, numericamente distintos do resultado obtido no teste de emergência a campo, a utilização de teste de envelhecimento acelerado com duração de 48 horas, possibilitou o prognóstico do comportamento dos lotes em condição de campo. Resultado semelhante foi observado por Tunes *et al.* (2012), ao avaliarem o vigor de cinco lotes de sementes de arroz, os autores ainda recomendam a referida metodologia pela rapidez na obtenção dos resultados.

As demais metodologias apresentadas na Tabela 2 não apresentaram eficiência na distinção dos lotes da cultivar Puitá INTA CL em níveis de vigor. Tal fato evidenciado pela diferença numérica e estatística com o resultado obtido na emergência a campo. Sendo justificado pelo conceito de vigor apresentado por AOSA (1983), onde o vigor é definido como aquelas

propriedades das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo.

Através do teste de emergência a campo observou-se três níveis de vigor nos lotes da cultivar IRGA 424 RI (Tabela 3). Nota-se que o lote 1 apresentou o maior vigor, o lote 2 apresentou médio vigor e os demais lotes apresentaram baixo vigor, quando levado em consideração o resultado obtido no teste de emergência a campo.

Observa-se na Tabela 3, que para a cultivar IRGA 424 RI, o teste de vigor pela metodologia envelhecimento acelerado com 48 e 72 horas respectivamente, não foram estatisticamente significativos. Deste modo não apresentando sensibilidade na distinção de níveis de vigor para a cultivar IRGA 424 RI.

Tabela 3. Resultados de vigor da cultivar IRGA 424 RI pelos testes de emergência a campo (E), envelhecimento acelerado com 48 horas [EA(48h)], 72 horas [EA(72h)], 96 horas de duração [EA(96h)] e teste de frio (TF).

Lote	E	EA(48h)	EA(72h)	EA(96h)	TF
1	92a	83 ^{ns}	52 ^{ns}	75a	70 ^a
2	80b	81	54	46c	62ab
3	76bc	78	54	59b	66ab
4	75c	77	62	60b	68ab
5	75c	77	50	35d	58b
CV(%)	2,78	3,75	9,53	8,38	7,79

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey com 5% de significância.

Nota-se que os resultados obtidos com a metodologia envelhecimento acelerado com 96 horas de duração para a cultivar IRGA 424 RI (Tabela 3), observou-se que não existe relação entre os resultados apresentados na emergência a campo e o obtido no referido teste de laboratório. De tal forma que possibilita dizer que a utilização de metodologia envelhecimento acelerado com duração de 96 horas não apresenta eficiência na distinção de níveis de vigor para a referida cultivar.

Observou-se que ao utilizar a metodologia teste de frio (Tabela 3), notou-se semelhança com o observado nos resultados de emergência a campo, embora numericamente distintos. De tal forma que o lote 1 se apresenta como mais vigoroso e o lote 5 se apresenta

como de baixo vigor. Vale enfatizar que embora seja notável a possibilidade de diferenciação de níveis de vigor com a utilização da referida metodologia, notou-se que quando comparado à emergência a campo, este subestima os valores de vigor e também apresenta menor sensibilidade na separação.

O teste de frio é utilizado para diversas espécies de gramíneas, para avaliação do nível de vigor das sementes, levando em consideração que as sementes que sobrevivem a condição estressante do teste apresentam maior vigor (CÍCERO; VIEIRA, 1994). Observou-se lotes com resultado numérico entre 58 e 70% de plântulas normais no presente teste. Entretanto para Grabe (1976), lotes de boa qualidade fisiológica devem ter um mínimo de 70 a 85% de plântulas normais no teste de frio, deste modo indicando a baixa qualidade dos lotes utilizados, discordando do desempenho dos lotes à campo. Muito embora a metodologia teste de frio apresente eficiência na distinção dos lotes em níveis de vigor, esta não apresentou eficiência em sinalizar a real qualidade dos lotes em questão da cultivar IRGA 424 RI.

A análise de correlação apresenta na tabela 4, indica a existência de relação e a significância desta entre as metodologias testadas no presente trabalho com a finalidade de identificar diferentes níveis de vigor em lotes de sementes de arroz e o comportamento dos lotes na emergência a campo.

Tabela 4. Resultados de vigor das cultivares Guri INTA CL, Puitá INTA CL e IRGA 424 RI pelos testes de emergência a campo(E), envelhecimento acelerado com 48 horas (EA(48h), 72 horas (EA(72h)), 96 horas de duração(EA(96h) e teste de frio(TF).

	EA(48h)	EA(72h)	EA(96h)	TF
E (Guri INTA CL)	0,208	0,745	0,464	0,255
E (Puitá INTA-CL)	0,952*	0,759	0,788	0,975
E (IRGA 424 RI)	-0,335	0,483	-0,043	-0,815

*Significativo em nível de 5% de significância

Na metodologia de envelhecimento acelerado 48 horas (Tabela 4), observou-se que, para as cultivares Guri INTA CL e IRGA 424 RI, a presente metodologia não apresentou eficiência na detecção de diferentes níveis de vigor.

Entretanto, para a cultivar Puitá INTA-CL (Tabela

4), notou-se eficiência na distinção de níveis de vigor, apresentando elevada correlação entre o resultado do referido teste laboratorial e o desempenho das sementes a campo. Estes resultados corroboram com o observado por Tunes *et al.* (2012), na qual recomendam a utilização de períodos de envelhecimento acelerado de 24 horas com solução de NaCl e de 48 horas sem a presença da solução. Vale enfatizar, que dentre os materiais genéticos utilizados na época de condução do trabalho dos autores citados anteriormente, a cultivar Puitá INTA-CL estava entre as mais semeadas, o que não ocorreu com as cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL, pois estas ainda não estavam disponíveis no mercado à época.

Notou-se que a utilização de metodologias de envelhecimento acelerado com 72 horas, embora não apresente correlação significativa com a variável emergência para a cultivar Guri INTA CL, observou-se eficiência na distinção de níveis de vigor (Tabela 1). Para a presente cultivar os resultados corroboram com a recomendação de Albuquerque *et al* (1995), onde os autores recomendam a utilização de teste de envelhecimento acelerado com temperatura de 42°C e duração de 72 horas.

O período de 96 horas de envelhecimento acelerado não apresentou eficiência na distinção de níveis de vigor em sementes de arroz (Tabela 1, 2 e 3). Entretanto, para a espécie têm sido indicadas as combinações de 42°C por 96 e 120h (MENEZES; SILVEIRA, 1995). Em contraponto, estudando a utilização do teste de envelhecimento acelerado em diferentes espécies, Ramos *et al.* (2004) em sementes de rúcula, Tunes *et al.* (2009) em sementes de cevada, Pedroso *et al.* (2010) de trigo e Tunes *et al.* (2011) em sementes de azevém, constataram que o estresse provocado pelo teste de envelhecimento acelerado tradicional por um período de 96 horas ocasionou uma redução no desenvolvimento de plântulas normais, ocasionando a ineficiência do teste.

Em se tratando de sementes de cultivares irrigadas de arroz, o fator dormência presente nessas é limitante para a determinação da qualidade fisiológica no período em que essas permanecem armazenadas. Nesse sentido, o monitoramento dessa dormência, sem dúvida é um ponto importante a ser considerado

quando se quer encontrar indicadores que possam determinar a velocidade com que é superada (VIEIRA *et al.*, 2008).

Neste contexto, existem dois tipos de dormência nas sementes: a dormência primária e a secundária. A dormência primária é observada após a colheita, estabelecendo-se durante a maturação fisiológica, e pode ser superada pelo período de armazenamento ou através de algum método físico ou químico. Já a dormência secundária é notada quando não são dadas às sementes condições favoráveis para a germinação (SCHWANKE *et al.*, 2008).

A expressão de dormência na cultura é influenciada por temperaturas baixas no início da maturação e altas temperaturas, em torno de 30 °C, dez a quinze dias após a floração, estes fatores climáticos induzem a dormência em sementes de arroz (MENEZES *et al.*, 2009).

Estudo realizado por Schwanke *et al.* (2008) mostrou elevada variabilidade quanto à intensidade e duração da dormência em biótipos de arroz-vermelho provenientes de lavouras dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Em estudo objetivando avaliar a variabilidade genética durante a seleção de cultivares de arroz, Morais Júnior *et al.* (2017), observaram influência da interação genótipo x ambiente na avaliação de parâmetros genéticos, com predominância do tipo complexa. A recombinação contínua, presente na seleção recorrente, está que é a principal metodologia empregada nos programas de melhoramento da cultura, promove a ruptura de blocos gênicos e proporciona incremento tanto na frequência de algumas combinações gênicas favoráveis quanto na variabilidade genética disponível (HALLAUER *et al.*, 2010).

Neste contexto a duração e a intensidade da dormência apresentam variações referentes ao tipo de biótipo e com as condições ambientais ocorrentes no período de desenvolvimento da semente, sendo o período necessário para a superação da dormência das sementes dependente das condições de temperatura e umidade (DELATORRE, 1999).

Tendo em vista que a metodologia recomendada por Brasil (2009) para a superação de dormência em sementes de arroz, é a utilização de período de 48

horas com temperatura de 41°C, ou seja, metodologia idêntica a utilizada no teste de envelhecimento acelerado, ou a metodologia de teste de frio (CICERO; VIEIRA, 1994), que condiciona a semente a uma condição estressante por baixa temperatura. Tendo em vista o citado anteriormente, estas metodologias podem influenciar a detecção da real qualidade fisiológica dos lotes, tanto por proporcionar a superação de dormência em cultivares onde está ocorrendo com maior intensidade, quando na utilização de envelhecimento acelerado, tanto na indução de dormência quando se utiliza o teste de frio.

Vale enfatizar que ao observar a Tabela 3, constatou-se que o desempenho numérico dos lotes da cultivar IRGA 424 RI quando submetidos ao envelhecimento acelerado com 48 horas, foi superior ao observado na emergência a campo, assim indicando a existência de sementes dormentes. Neste contexto Franco *et al.* (1997), o período de dormência pós colheita em sementes de arroz é variável de acordo com a cultivar, variando de 90 a 120 dias.

Pelo exposto anteriormente, é recomendável a validação de testes de vigor para cada cultivar de arroz presente no mercado, devido ao efeito genético observado no presente trabalho. Vale enfatizar que a época de avaliação de vigor durante o período de armazenamento das sementes pode influenciar significativamente o resultado dos testes de vigor em arroz, devido a provável influência da dormência pós colheita nesta espécie.

CONCLUSÃO

Existe influência de cultivar na eficiência do teste de vigor.

Para a cultivar Guri INTA CL a utilização de envelhecimento acelerado com 72 horas apresentou sensibilidade na avaliação de vigor.

Para a cultivar Puitá INTA-CL a utilização de envelhecimento acelerado com 48 horas apresentou sensibilidade na avaliação de vigor.

Para a cultivar IRGA 424 RI a utilização de teste de frio apresentou sensibilidade na avaliação de vigor.

LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, M.C.F.; CAMPOS, V.C.; MENDONÇA, E.A.F.; CALDEIRA, S.A.F.; BRUNCA, R.H.C.G. Testes de envelhecimento acelerado em sementes de arroz: influência da temperatura e do período de exposição. **Revista Agricultura Tropical**, v.1, p. 9-16, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). Seed vigor testing handbook (Contribution 32), 1983. 93p.
- 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.
- CONAB. Acomp. safra bras. grãos, v. 12 Safra 2017/18 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-148, setembro 2018.
- DELATORRE, C. A. Dormência em sementes de arroz vermelho, **Ciência Rural**, v. 29, p.565-571, 1999.
- FOLEY, M.E.; FENNIMORE, S.A. Genetic basis for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.8, p.173-182, 1998.
- FRANCO, D.F.; PETRINE, J.A.; RODO, A.; OLIVEIRA, A.; TAVARES, W.R.F. Métodos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Informativo ABRATES, Curitiba**, v.7, p.118, 1997.
- GRABE, D. F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, v.1, p.18-31, 1976.
- HALLAUER, A.R.; CARENA, M.J.; MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize breeding. New York: Springer, 2010. 663p.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira e R.D (Eds.) - Vigor de sementes: Conceitos e testes. Londrina, **ABRATES**, 1999, capítulo 3, p. 3.24.
- MENEZES, N. L.; FRANZIN, S. M.; BORTOLOTTI, R. P. Dormência de sementes em arroz: causas e métodos de superação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 07, p. 35-44, 2009.
- MENEZES, N.L. E SILVEIRA, T.L.D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola**, v.52, p. 350 – 359, 1995.
- MORAIS JÚNIOR, O.P.; MELO, P.G.S.; MORAIS, O.P.; COLOMBARI FILHO, J.M. **Pesq. agropec. bras.**, v.52, p.1033-1041, 2017.
- PEDROSO, D.C.; TUNES, L.M.; BARBIERI, A.P.P.; BARROS, A.C.S.A.; MUNIZ, M.F.B.M.; MENEZES, V.O. Envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Ciência Rural**, v.40, p.2389-2392, 2010.
- RAMOS, N.P.; FLOR, E.P.O E MENDONÇA, E.A.F. M. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, p.98-103, 2004.
- SCHWANKE, A. M. L.; ANDRES, A.; NOLDIN, J.A.; CONCENÇO, G.; PROCOPIO, S.O. Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 26, p. 497-505, 2008.
- TUNES, L.M.; BADINELLI, P.G.; OLIVO, F.; BARROS, A.C.S.A. Teste de envelhecimento acelerado em cevada. **Magistra**, v. 21, p. 111-119, 2009.
- TUNES, L.M.; PEDROSO, D.C.; BADINELLI, P.G.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A. E MUNIZ, M.F.B. Envelhecimento acelerado em sementes de cebola com e sem solução salina saturada. **Ciência Rural**, v.41, p.33-37, 2011.
- TUNES, L.V.M.; TAVARES, L.C.; BARROS, A.C.A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor em sementes de arroz. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, p.120-127, 2012.
- VIEIRA, A.R.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VON PINHO, E.V.; PEREIRA, C.E.; CLEMENTE, A.C.S.; Marcador isoenzimático de dormência em sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, p.81-89, 2008.