

Adequação do teste de germinação em arroz para análises de rotina

Adequacy of germination test in rice for routine analysis

Daniele **NERLING**¹; Cileide Maria Medeiros **COELHO**¹; Cristhyane Garcia **ARALDI**^{1,2}; Valéria **COSTA**¹ & Emanuele **CAREGNATO**¹

RESUMO

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes de arroz é obrigatória para possibilitar a comercialização. Por isso, a metodologia utilizada em análises de rotina deve ser eficiente para avaliar lotes com diferentes qualidades. Os objetivos deste trabalho foram constatar a existência de diferenças no desenvolvimento de plântulas e testar combinações de disponibilidade de água e espaçamento no substrato que proporcionem a máxima expressão do potencial fisiológico de sementes de arroz. Para o teste de germinação, utilizou-se o método já padronizado e indicado nas regras para análise de sementes (RAS), porém com três níveis de umedecimento do substrato (duas, 2,5 ou três vezes o peso do papel) e duas quantidades de sementes por rolo de papel (50 ou 100 sementes), em seis lotes de arroz recém-colhidos e armazenados. Adicionalmente, realizaram-se testes de vigor. Os resultados mostraram que o umedecimento do substrato na proporção de três vezes o seu peso seco, conforme recomendado nas RAS, não favoreceu o máximo desempenho de plântulas. Por causa do bom desempenho e das vantagens práticas para uso em análises de rotina, pode ser recomendado o substrato umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água com 100 sementes por rolo.

Palavras-chave: análise de sementes; *Oryza sativa*; vigor.

ABSTRACT

The evaluation of the physiological quality of rice seeds is mandatory to enable commercialization. Therefore, the methodology used in routine analyses must be efficient for the evaluation of batches with different qualities. The objectives of this work were to verify the existence of differences in seedling development and to test combinations of water availability and substrate spacing that allow the maximum expression of the physiological potential of rice seeds. For the germination test, the method already standardized and indicated in the rules for seed analysis (RAS) was used, but with three levels of substrate wetting (two, 2.5 or three times the weight of the paper) and two amounts of seeds per roll of paper (50 or 100 seeds), in six lots of rice, freshly harvested and stored. Additionally, vigor tests were performed. The results showed that the wetting of the substrate in the proportion of three times its dry weight, as recommended in the RAS, did not favor the maximum seedling performance. Due to the good performance and practical advantages for use in routine analyses, the use of a substrate moistened with 2.5 times its weight in water with 100 seeds per roll is recommended.

Keywords: *Oryza sativa*; seed analysis; vigor.

Recebido em: 17 jul. 2020

Aceito em: 17 jun. 2021

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Av. Luiz de Camões, 2.090, Conta Dinheiro – CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil.

² Autora para correspondência: cristhyane.araldi@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil é realizado em 1.973 mil hectares, destacando-se o Rio Grande do Sul e Santa Catarina como os principais estados produtores (EPAGRI, 2018; ABRASEM, 2019). Para o cultivo dessa área, são necessárias aproximadamente 236 milhões de toneladas de sementes (120 kg/ha⁻¹ de sementes) (STRECK *et al.*, 2019).

Os padrões brasileiros para comercialização de sementes de arroz estão estabelecidos pela Instrução Normativa n.º 45 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que determina que os lotes de arroz, de acordo com sua categoria, devem apresentar germinação mínima de 70% para sementes básicas e 80% para as demais categorias (BRASIL, 2013). O teste de germinação é o principal parâmetro utilizado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes (GUTZ *et al.*, 2019) e, no Brasil, deve seguir o padrão recomendado pelas regras para análise de sementes (RAS). A publicação estabelece como devem ser as condições para a execução do teste de germinação para cada espécie (BRASIL, 2009). Essas condições, consideradas ótimas, são padronizadas para que os resultados possam ser reproduzidos e comparados conforme os limites tolerados.

As condições adequadas para a germinação de sementes são fundamentais, principalmente pelas respostas diferenciadas que podem apresentar, em razão de fatores intrínsecos, tais como dormência e sanidade, fatores ambientais, como água, luz, temperatura e oxigênio, e das práticas de manejo durante e após a colheita (MARCOS FILHO, 2015).

A umidade do substrato em que é realizada a sementeira constitui um dos requisitos básicos para desencadear o processo de germinação (SHABAN, 2013). Faz-se essencial para promover o amolecimento do tegumento, o aumento do embrião e dos tecidos de reserva, o favorecimento da ruptura do tegumento, a intensificação da velocidade respiratória, a difusão gasosa e a emergência da raiz primária (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). A água é importante, ainda, na indução e síntese de enzimas e hormônios, na regularidade da hidrólise, na mobilização e assimilação das reservas utilizadas no crescimento do embrião (MARCOS FILHO, 2015).

Para o teste de germinação, as RAS indicam empregar 400 sementes separadas em quatro repetições de 100, oito de 50 ou 16 repetições de 25 sementes cada uma, em substrato de papel ou areia (BRASIL, 2009). No caso de papel, é recomendado que se utilize o substrato umedecido em água, numa proporção de duas ou três vezes o peso do substrato seco. No entanto, para o arroz, sugere-se o uso de substrato mais úmido que o normal (BRASIL, 2009).

Observações feitas no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), durante análises de rotina de germinação em arroz, verificaram que o desempenho de plântulas em substrato com elevada disponibilidade de água foi reduzido, entretanto na literatura não foram encontrados relatos sobre esse aspecto. Diante do exposto, os objetivos do presente trabalho foram verificar a existência de diferenças no desenvolvimento de plântulas e testar, entre as metodologias recomendadas pelas RAS para o teste de germinação em sementes de arroz, combinações de disponibilidade de água e de espaçamento entre as sementes no substrato, a fim de possibilitar a máxima expressão do potencial fisiológico.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no LAS da Udesc, em Lages (SC). Foram utilizados três lotes da cultivar SCS121 CL (lotes 1, 2 e 3) e três lotes da cultivar SCS122 Miura (lotes 4, 5 e 6), todos de categoria C2 (sementes certificadas de segunda geração) e produzidos no estado de Santa Catarina. Considerando-se a diversidade intraespecífica das sementes, escolheu-se usar seis lotes e duas cultivares a fim verificar a representatividade das metodologias em genótipos distintos e para diferentes qualidades de sementes, garantindo sua reprodutibilidade.

As sementes dos lotes 2, 3, 5 e 6 foram amostradas de lotes comerciais produzidos na safra 2017/2018 e armazenadas em condição de câmara seca (temperatura de 15 ± 2°C e 50 ± 10% de umidade relativa) pelo período de 360 dias. Obtiveram-se as sementes do lote 1 e do lote 4 de lotes

comerciais de sementes recém-colhidas, produzidas na safra 2018/2019. Previamente aos ensaios, as amostras foram homogeneizadas para a realização dos testes.

Para o teste de germinação, as sementes de arroz recém-colhidas e armazenadas foram imersas em água a 40°C por 24 horas, de acordo com a indicação das RAS (BRASIL, 2009). Na sequência, semearam-se 400 sementes em substrato rolo de papel tipo *germitest*, seguindo os tratamentos:

- 2 × 50: papel umedecido na proporção de duas vezes o seu peso em água destilada, com oito rolos de 50 sementes;
- 2 × 100: papel umedecido na proporção de duas vezes o seu peso em água, com quatro rolos de 100 sementes;
- 2,5 × 50: papel umedecido na proporção de 2,5 vezes o seu peso em água, com oito rolos de 50 sementes;
- 2,5 × 100: papel umedecido na proporção de 2,5 vezes o seu peso em água, com quatro rolos de 100 sementes;
- 3 × 50: papel umedecido na proporção de três vezes o seu peso em água, com oito rolos de 50 sementes;
- 3 × 100: papel umedecido na proporção de três vezes o seu peso em água, com quatro rolos de 100 sementes.

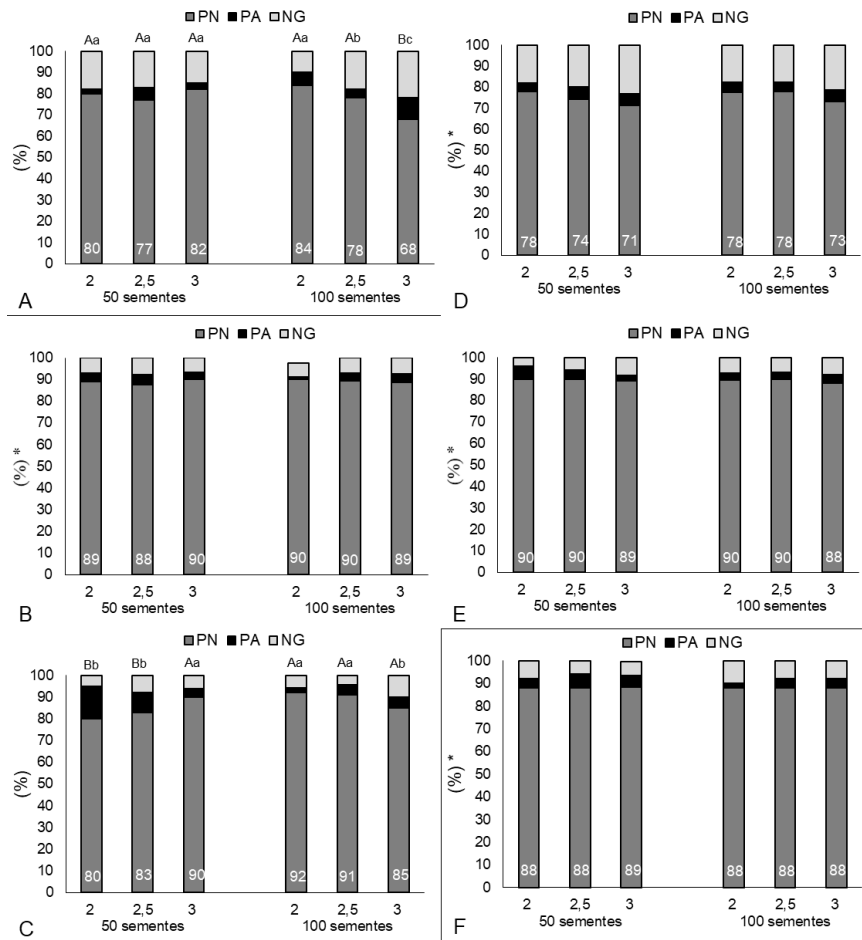
Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em germinador tipo Mangelsdorf a 25°C até a realização das avaliações. O percentual de germinação foi representado pelo total de plântulas normais obtidas aos 14 dias (BRASIL, 2009).

Os resultados obtidos aos sete dias após a semeadura nos testes de germinação foram utilizados para o cálculo da primeira contagem de germinação, em percentual (NAKAGAWA, 1999). Para a determinação do comprimento de raiz, mensurou-se, com o auxílio de uma régua graduada, o comprimento da raiz de 20 plântulas normais obtidas na primeira contagem de germinação. Como medida de vigor, definiu-se também a massa seca de plântulas, por meio de 20 plântulas normais obtidas na primeira contagem de germinação. As cariopses aderidas foram removidas, e as plântulas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 80°C por 24 horas. Após a secagem, as plântulas foram pesadas em balança de precisão. Calcularam-se os resultados em mg de massa seca por plântula, de acordo com Nakagawa (1999).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (três umidades × dois espaçamentos). Todos os tratamentos foram agrupados em quatro repetições e comparados com tabela de tolerância 18.9 das RAS (BRASIL, 2009). Os dados em percentagem foram transformados em arco seno $\sqrt{\%}$. Realizou-se análise de variância, e compararam-se as médias pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade, por meio do *software* Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de germinação de seis diferentes lotes de arroz estão na Figura 1. Em sementes recém-colhidas, o percentual médio de germinação foi de 78% para o lote 1 (Figura 1A) e de 75% para o lote 4 (Figura 1D), independentemente do tratamento utilizado. Esses lotes apresentaram percentual médio de sementes não germinadas de 17 (lote 1) e de 20% (lote 4). Os demais lotes avaliados exibiram germinação superior a 85%.



*Não significativo ($p \leq 0,05$); **médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls no percentual de plântulas normais, sendo as letras maiúsculas a comparação da quantidade de água em cada espaçamento (50 e 100 sementes) e as minúsculas a comparação entre os espaçamentos em cada quantidade de água (duas, 2,5 e três vezes).

Figura 1 – Percentual de plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes não germinadas (NG) durante o teste de germinação em arroz para os lotes (A) 1, (B) 2, (C) 3, (D) 4, (E) 5 e (F) 6, semeados com diferentes proporções de umedecimento em água e número de sementes no substrato de papel**.

Fonte: primária.

Em sementes recém-colhidas, a diferença no percentual de germinação para o lote 1 foi de 16% entre o melhor (84% para 2 × 100) e o pior tratamento (68% para 3 × 100). Pôde-se observar aumento no percentual de sementes não germinadas entre ambos os tratamentos (10 para 22%). Para o outro lote de sementes recém-colhidas (lote 4), a diferença entre os tratamentos foi de 7%. Três tratamentos possibilitaram o maior percentual de germinação, que foi de 78% (2 × 50, 2 × 100 e 2,5 × 100), e o tratamento 3 × 50 apresentou o menor percentual de germinação, 71%, com 23% de sementes não germinadas. Esses resultados indicam a presença de elevado grau de dormência, principalmente no lote 1, e que o método de superação utilizado no presente trabalho e que é recomendado nas RAS (imersão em água a 40°C por 24 horas) não foi eficiente para superar a dormência das sementes dos lotes recém-colhidos.

Pesquisas apontam que a intensidade da dormência das sementes de arroz interfere diretamente na eficiência dos tratamentos utilizados para sua superação (DIAS & SHIOGA, 1997). Nesse sentido, estudos que estabeleçam métodos eficientes de superação em sementes com diferentes intensidades de dormência precisam ser realizados, incluindo adaptações ou recomendações de uso, caso necessário, para aqueles que já estão determinados e que são indicados nas RAS.

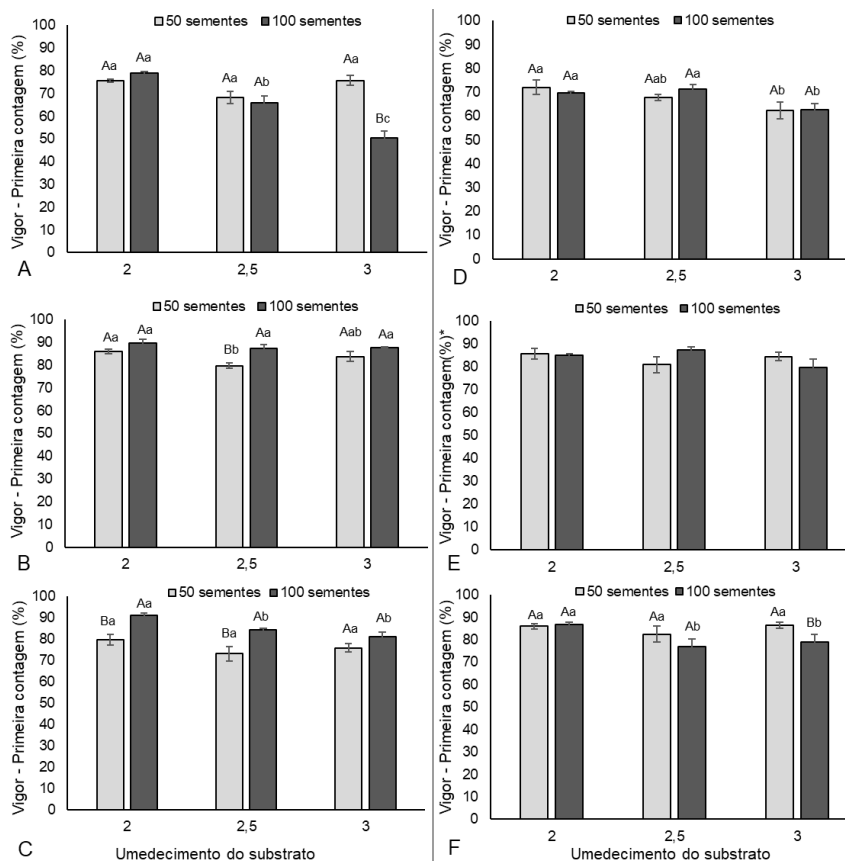
Os relatos afirmam, ainda, que a dormência está associada a diferenças no comportamento da germinação e que há variabilidade quanto à intensidade e à duração da dormência em sementes de arroz (SCHWANKE *et al.*, 2008; SARTORI *et al.*, 2014). A intensidade de dormência, por sua vez, pode

variar entre cultivares, lotes, safras agrícolas, sistemas de produção e condições edafoclimáticas em que as sementes foram produzidas (MENEZES *et al.*, 2009; GMACH *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2014).

Para os lotes 2, 5 e 6, a diferença entre os tratamentos não foi superior a 2% de plântulas normais. Entretanto, para o lote 3, essa diferença foi de 12% entre o melhor (2 × 100) e o pior tratamento (2 × 50), o qual apresentou maior percentual de plântulas anormais (15%). Embora as sementes de arroz germinem sob baixa disponibilidade de O₂, esse é um aspecto que pode favorecer o aumento do número de plântulas anormais (MARCOS FILHO, 2015).

Em síntese, os resultados de germinação demonstraram que, apesar das diferenças de resposta aos tratamentos entre os lotes, apenas os tratamentos 2 × 100 e 3 × 50 foram significativamente superiores para todos os lotes.

Os resultados de vigor avaliados pela primeira contagem de germinação revelaram que, em sementes recém-colhidas do lote 1, não houve diferença significativa entre os tratamentos com 50 sementes (Figura 2). Todavia, com 100 sementes, o uso de duas vezes de água foi superior aos demais (79%). Para o lote 4, o tratamento 2 × 50 proporcionou a maior expressão do vigor (72%), entretanto não se verificou diferença significativa para os tratamentos 2 × 100, 2,5 × 100 e 2,5 × 50. Em sementes recém-colhidas, o tratamento 3 × 100 exibiu menor percentual de plântulas normais na primeira contagem. Ou seja, a velocidade de germinação foi inferior.



*Não significativo ($p \leq 0,05$); **médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls, sendo as letras maiúsculas a comparação da quantidade de água em cada espaçamento (50 e 100 sementes) e as minúsculas a comparação entre os espaçamentos em cada quantidade de água (duas, 2,5 e três vezes). As barras verticais indicam o erro padrão da média.

Figura 2 – Percentual de vigor avaliado pela primeira contagem de germinação em sementes de arroz para os lotes (A) 1, (B) 2, (C) 3, (D) 4, (E) 5 e (F) 6 semeadas com diferentes proporções de umedecimento em água e número de sementes no substrato de papel**.

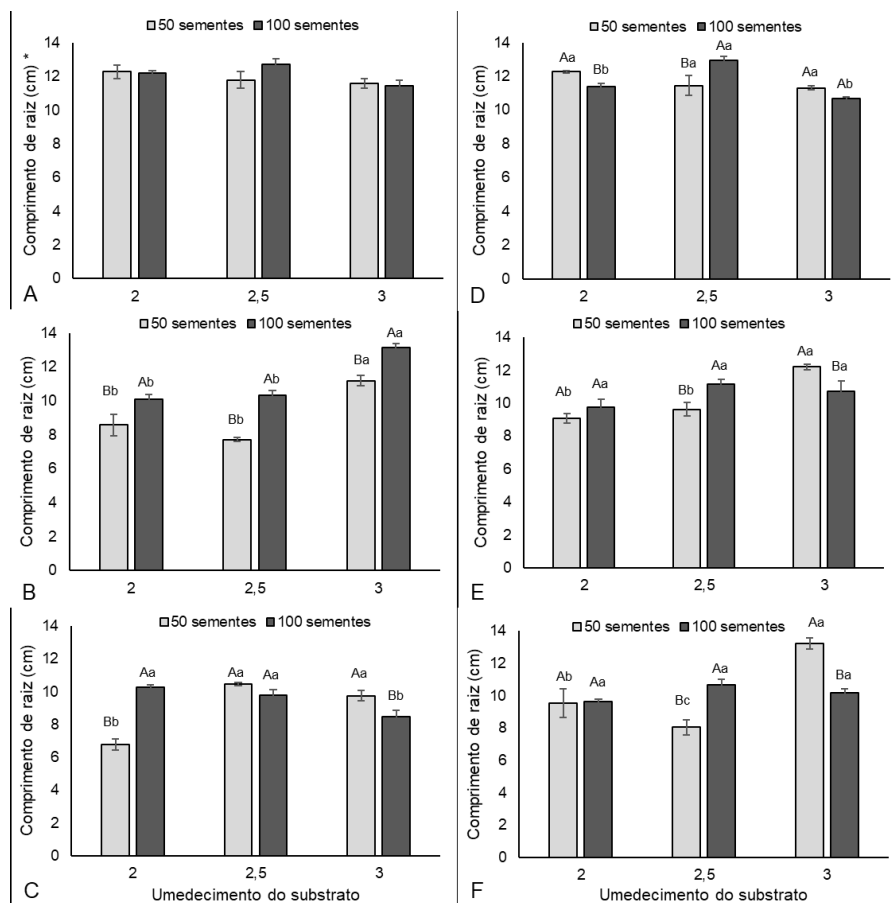
Fonte: primária.

Comparando-se apenas o número de sementes, para os lotes 2 e 3, ambos da cultivar SCS121

CL, o uso de 100 sementes favoreceu a expressão do vigor pela primeira contagem. Já os lotes 5 e 6, da cultivar SCS122 Miura, apresentaram desempenho em geral semelhante, independentemente do número de sementes utilizadas.

Em geral, o tratamento 2 × 100 foi superior para todos os lotes (79, 90, 91, 70, 85 e 87%, respectivamente para os lotes 1 a 6), possibilitando maior expressão do vigor quando avaliado pela primeira contagem.

Em sementes recém-colhidas, não houve diferenças no comprimento de raiz entre os tratamentos para o lote 1 e para o lote 4, sendo os tratamentos 2 × 50 e 2,5 × 100 superiores (Figura 3). Em valores absolutos, o maior comprimento de raiz para o lote 1 foi 12,7 cm (2,5 × 100), e o menor, 11,5 cm (3 × 100). Já para o lote 4, o maior comprimento de raiz (12,9 cm) foi obtido no tratamento 2,5 × 100, e o menor comprimento foi de 10,7 cm para o tratamento 3 × 100. Nas sementes recém-colhidas, o tratamento 3 × 100 subestimou o comprimento de raiz. Ou seja, a elevada disponibilidade de água com 100 sementes não estimulou o crescimento do sistema radicular. Essas sementes também apresentaram germinação mais lenta, como observado na primeira contagem. O excesso de água provoca deficiência no suprimento de O₂ pela diminuição da respiração e atraso no processo de germinação, inibe o desenvolvimento das raízes e aumenta a ocorrência de plântulas anormais e de sementes mortas (AZEREDO *et al.*, 2010; MARCOS FILHO, 2015). De modo semelhante, a pálea e a lema em arroz atuam como barreiras contra a entrada de água e oxigênio, influenciando a atividade metabólica inicial da germinação (BORTOLOTTO *et al.*, 2008).



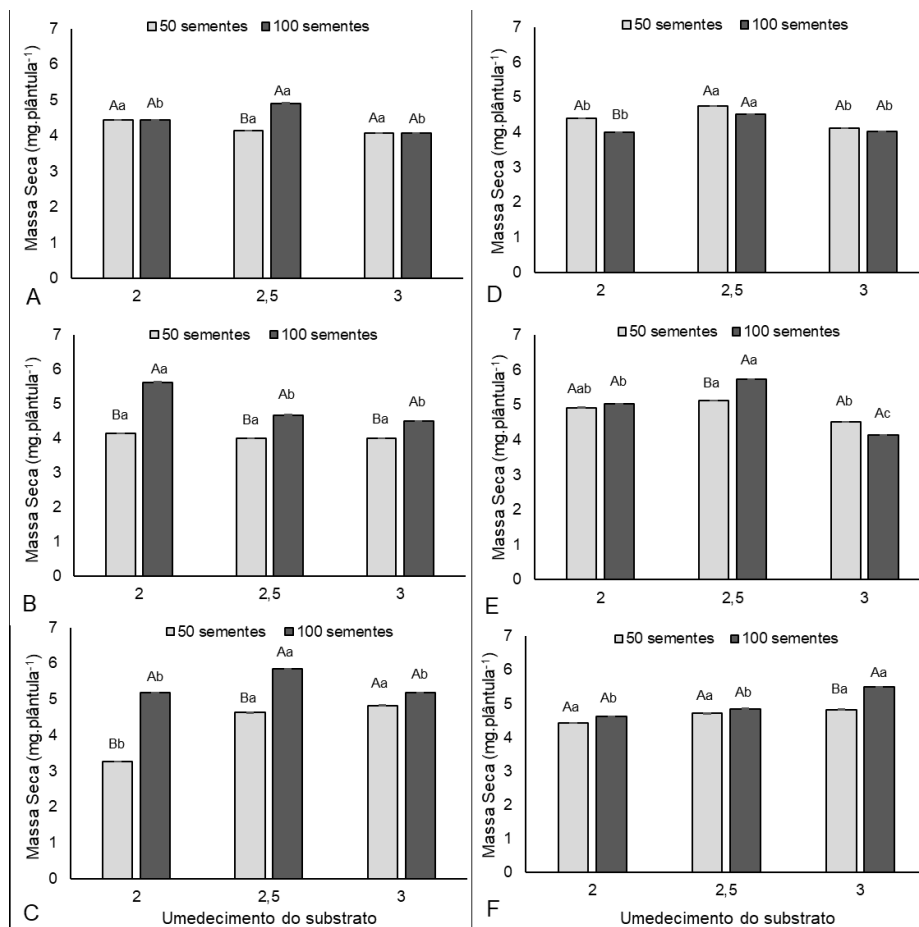
*Não significativo ($p \leq 0,05$); **médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ($p \leq 0,05$), sendo as letras maiúsculas a comparação da quantidade de água em cada espaçamento (50 e 100 sementes) e as minúsculas a comparação entre os espaçamentos em cada quantidade de água (duas, 2,5 e três vezes). As barras verticais indicam o erro padrão da média.

Figura 3 – Vigor avaliado pelo comprimento de raiz (cm) em sementes de arroz para os lotes (A) 1, (B) 2, (C) 3, (D) 4, (E) 5 e (F) 6, semeadas com diferentes proporções de umedecimento em água e número de sementes no substrato de papel**.

Fonte: primária.

Em sementes armazenadas, viram-se diferentes respostas aos tratamentos para os lotes 2 e 3 (cultivar SCS121 CL), enquanto nos lotes 5 e 6 (cultivar SCS122 Miura) houve tendência de comportamento semelhante, com maior comprimento de raiz observado no tratamento 3 × 50 (12,2 cm para o lote 5 e 13,2 cm para o lote 6).

O vigor avaliado pela massa seca de plântula indicou que apenas o tratamento 2,5 × 100 foi significativamente superior para ambos os lotes (4,9 e 4,5 mg plântula⁻¹ para os lotes 1 e 4, respectivamente) (Figura 4). Em sementes armazenadas, os lotes 3 e 5 apresentaram maior acúmulo de massa seca no tratamento 2,5 × 100 (5,8 e 5,7 mg plântula⁻¹, respectivamente). Os demais lotes armazenados alcançaram diferentes respostas, com maiores valores absolutos de massa seca nos tratamentos que utilizaram 100 sementes (2 × 100 para o lote 2, com 5,6 mg plântula⁻¹; e 3 × 100 para o lote 6, com 5,5 mg plântula⁻¹).



*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ($p \leq 0,05$), sendo as letras maiúsculas a comparação da quantidade de água em cada espaçamento (50 e 100 sementes) e as minúsculas a comparação entre os espaçamentos em cada quantidade de água (duas, 2,5 e três vezes). As barras verticais indicam o erro padrão da média.

Figura 4 – Vigor avaliado pela massa seca de plântulas (mg plântula⁻¹) em sementes de arroz para os lotes (A) 1, (B) 2, (C) 3, (D) 4, (E) 5 e (F) 6, semeadas com diferentes proporções de umedecimento em água e número de sementes no substrato de papel*.

Fonte: primária.

Assim como ocorreu na primeira contagem e no comprimento de raiz, o tratamento 3 × 100 não favoreceu o acúmulo de massa seca nas plântulas para os lotes recém-colhidos e armazenados, exceto para o lote 6. O excesso de água limita a disponibilização de O₂, inibindo a respiração (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012) e, portanto, a liberação de energia sob a forma de adenosina trifosfato (ATP), a qual é utilizada para a manutenção das funções metabólicas e o desenvolvimento da plântula (CAVALCANTE *et al.*, 2019). Níveis baixos de O₂ estão associados ao estímulo para

desenvolvimento do coleóptilo e à inibição do desenvolvimento de raízes (MARCOS FILHO, 2015). Uma vez que a condição de maior umedecimento do substrato reduz a disponibilidade de O_2 , isso pode conduzir ao desenvolvimento superior da parte aérea e favorecer o acúmulo da massa seca, em detrimento do menor comprimento de raízes, como observado no presente estudo.

Considerando apenas o umedecimento do substrato, o excesso de água mostrou-se desfavorável ao desempenho fisiológico das sementes de outras espécies, como cebola (JEROMINI *et al.*, 2019), repolho (AZEREDO *et al.*, 2010), maxixe (GENTIL & TORRES, 2001), pepino, melão, melancia (MENEZES *et al.*, 1993) e amendoim (TANAKA *et al.*, 1991), pois comprometeu o desenvolvimento normal das plântulas.

Apesar de todos os tratamentos utilizados serem estabelecidos pelas RAS, observou-se que houve variação na máxima expressão do potencial fisiológico para os diferentes lotes avaliados, e nenhum dos tratamentos foi coincidentemente superior aos demais em todas as variáveis.

Indica-se a realização de pré-testes ao ensaio de germinação, pois os resultados podem variar em função do tempo de armazenamento das sementes, das cultivares e da qualidade fisiológica intrínseca do lote, entretanto assume-se que, em análises de rotina em um laboratório de análise de sementes, pré-testes são impraticáveis, por causa do tempo e do custo demandados pelas análises. Recomenda-se a utilização de substrato umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água com 100 sementes por rolo, pois esse tratamento possibilitou que um maior número de lotes tivesse melhor desempenho, associando os testes de germinação (cinco lotes com melhor desempenho), primeira contagem (três lotes com melhor desempenho), comprimento de raiz (cinco lotes) e massa seca (quatro lotes). Além disso, essa metodologia otimiza o uso de papel de germinação, o espaço nos germinadores e o tempo de preparo dos ensaios e de avaliação.

CONCLUSÃO

Há diferenças no desempenho de plântulas de arroz de acordo com a metodologia utilizada. Apesar de recomendado pelas RAS, o tratamento com umedecimento do substrato de três vezes o seu peso em água e 100 sementes por rolo não favorece a máxima expressão do potencial fisiológico das sementes.

Entre as recomendações das RAS para o teste de germinação, a combinação de umedecimento com 2,5 vezes o peso do substrato em água e 100 sementes por rolo proporciona maior expressão do potencial fisiológico nas cultivares SCS121 CL e SCS122 Miura recém-colhidas e após período de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Apoio à Extensão (Paex) da Udesc, o projeto 282782.1534.119229.29092017/ Edital Paex 02/2017; à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc), o projeto 2017TR653 PAP/Udesc/Fapesc; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, a bolsa de produtividade concedida ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Sementes e Mudas – Abrasem. Estatísticas. Brasília: Abrasem. [Acesso em: 24 maio 2019]. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>.

Azeredo, G. A., Silva, B. M. S., Sader, R. & Matos, V. P. Umedecimento de substratos para germinação de sementes de repolho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2010; 40(1): 77-82.
doi: <https://doi.org/10.5216/pat.v40i1.4010>

Bortolotto, R. P., Menezes, N. L., Garcia, D. C. & Mattioni, N. M. Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. *Bragantia*. 2008; 67(4): 991-996.

doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000400023>

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 45, de 17 de setembro de 2013. Anexo XXIII – Padrões para produção e comercialização de sementes de arroz. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 2013.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Assessoria de Comunicação Social; 2009. 395 p.

Cardoso, E. D., Sá, M. E., Haga, K. I., Binotti, F. F. S., Nogueira, D. C. & Valério Filho, W. V. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento acelerado artificial. *Semina: Ciências Agrárias*. 2014; 35(1): 21-38.

doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p21>

Carvalho, N. M. & Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: Funep; 2012. 590 p.

Cavalcante, J. A., Reolon, F., Moraes, C. L., Ternus, R. M., Silva, R. M. O., Martins, A. B. N. & Moraes, D. M. Potencial fisiológico de sementes de duas cultivares de arroz em resposta ao estresse salino. *Revista de Ciências Agrárias*. 2019; 42(1): 184-193.

doi: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17279>

Dias, M. C. L. L. & Shioga, P. S. Tratamentos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*. 1997; 19(1): 52-57.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola; 2018. v. 1. 204 p.

Gentil, D. F. O. & Torres, S. B. Umedecimento do substrato na germinação de sementes de maxixe. *Revista Brasileira de Sementes*. 2001; 23(2): 113-116.

doi: <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v23n2p113-116>

Gmach, J. R., Coelho, C. M. M. & Stingenhen, J. C. Métodos de superação da dormência em sementes de genótipos locais de arroz produzidas em sistema agroecológico. *Cadernos de Agroecologia*. 2013; 8(2): 1-5.

Gutz, T., Cunha, G., Olescowicz, D., Bachmann, G., Harthmann, O. M. L., Guerra, N. & Oliveira Neto, A. M. Resposta do arroz irrigado ao fornecimento de fósforo e densidade de semeadura em sistema pré-germinado. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*. 2019; 14(3): e6631.

doi: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i3a6631>

Jeromini, T. S., Muniz, R. A., Silva, G. Z. & Martins, C. C. The envelope method and substrate wetting in the germination test of onion seeds. *Ciência Agronômica*. 2019; 50(1): 169-176.

doi: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20190020>

Marcos Filho, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: Abrates; 2015. 660 p.

Menezes, N. L., Franzin, S. M. & Bortolotto, R. P. Dormência em sementes de arroz: causas e métodos de superação. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*. 2009; 7(1): 35-44.

Menezes, N. L., Silveira, T. L. D. & Storck, L. Efeito do nível de umedecimento do substrato sobre a germinação de cucurbitáceas. *Ciência Rural*. 1993; 23(2): 157-160.

doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781993000200006>

Nakagawa, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. B. & França Neto, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates; 1999. p. 2.1-2.24.

Sartori, G. M. S., Marchesan, E., Azevedo, C. F., Coelho, L. L. & Oliveira, M. L. Germinação de arroz irrigado e de biótipos de arroz-vermelho submetidas a diferentes temperaturas. *Ciência Agronômica*. 2014; 45(2): 319-326.

doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000200013>

Schwanke, A. M. L., Andres, A., Noldin, J. A., Concenço, G. & Procópio, S. O. Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz-vermelho. *Planta Daninha*. 2008; 26(3): 497-505.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582008000300004>

Shaban, M. Effect of water and temperature on seed germination and emergence as a seed hydrothermal time model. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2013; 1(12): 1686-1691.

Streck, E. A., Aguiar, G. A., Facchinello, P. H. K., Magalhães Júnior, A. M., Krüger, T. K. & Parfitt, J. M. B. Desempenho agrônômico de cultivares de arroz sob sistema de irrigação por aspersão e inundação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2019; 14(3): e5661.
doi: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i3a5661>

Tanaka, M. A. S., Mariano, M. I. A. & Leão, N. V. M. Influência da quantidade de água no substrato sobre germinação de sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*. 1991; 13(1): 73-76.
doi: <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v13n1p73-76>