

Envelhecimento acelerado e ocorrência de fungos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de arroz

Accelerated aging and occurrence of fungi for evaluation of seed rice physiological potential

Diego T. Monteiro¹, Lilian M. Tunes², Cleidionara Pacheco³, Elisa S. Lemes^{4,*},
Andreia da S. Almeida⁵ e Marlove F. B. Muniz⁶

¹Estudante de Agronomia, Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria, diego_agronomia@hotmail.com

²Eng. Agr., Dr^a Professora do Programa de Pós-graduação Ciência & Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas/Faculdade de Agronomia 'Eliseu Maciel', Brasil. lilianmtunes@yahoo.com.br

³Eng. Agr., Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. cleidi_pacheco@hotmail.com.

⁴Eng. Agr., Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência & Tecnologia de Sementes – Universidade Federal de Pelotas/Faculdade de Agronomia 'Eliseu Maciel'. Rua João Jacob Bainy, nº401A, bloco 7, ap.426, CEP: 96065-340, Pelotas, RS, Brasil. lemes.elisa@yahoo.com.br.

⁵Dra. bolsista PNPd – CAPES Programa de Pós-Graduação em Ciência & Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas/Faculdade de Agronomia 'Eliseu Maciel', Brasil. andreiasalmeida@yahoo.com.br

⁶Eng. Agr., Dr^a. Professora Adjunta, Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima nº 1000, cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. marlovenuniz@yahoo.com.br

(*E-mail: lemes.elisa@yahoo.com.br)
<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15091>

Recebido/received: 2015.07.28

Aceite/accepted: 2015.12.18

RESUMO

O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais difundidos para a avaliação do vigor das sementes de várias espécies cultivadas, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência. No entanto, o desempenho das sementes envelhecidas artificialmente pode ser influenciado, de modo negativo, pela presença de fungos. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo estudar o teste de envelhecimento acelerado em diferentes concentrações salinas para determinar o potencial fisiológico e sanitário de cultivares de arroz. Foram utilizadas sementes de arroz das cultivares Irga 409, Irga 424 e Epagri 144. O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido em três etapas: teste tradicional com uso de água; teste com uso de soluções de NaCl saturada (SS) e super saturada (SSS) durante os períodos de 24, 48, 72 e 96 horas a 42 °C. Após, foi avaliado o grau de umidade, a germinação e a sanidade das sementes. Os efeitos deletérios do teste de envelhecimento acelerado foram atenuados com o incremento de concentrações salinas. O teste de envelhecimento acelerado em SS às 48 h e em SSS às 48, 72 e 96 h permite classificar as cultivares de arroz em diferentes níveis de vigor. Sementes contaminadas por agentes fúngicos tiveram resposta positiva na germinação com o uso dos métodos com solução salina.

Palavras-chave: cloreto de sódio, cultivares, *Oryza sativa* L., teste de vigor.

ABSTRACT

The accelerated aging test is one of the most widespread for the vigor of the seeds of various cultivated species, being able to provide information with a high degree of consistency. However, the performance of the artificially aged seeds can be influenced negatively by the presence of fungi. Thus, the present work aimed to study the accelerated aging test at different salt concentrations to determine the physiological and health potential of rice cultivars. Were used seeds of rice cultivars Irga 409, Irga 424 and Epagri 144. The accelerated aging test was conducted in three stages: traditional test with water; test using saturated NaCl solution (SS) and supersaturated NaCl solution (SSS), during periods of 24, 48, 72 and 96 hours at 42 °C. After, we evaluated the degree of moisture, germination and seed health. The deleterious effects of accelerated aging test were attenuated with the increase of salt concentrations. The accelerated aging test in saturated solution (SS) for 48 h and super saturated solution (SSS) at 48, 72 and 96 hours allows classifying rice cultivars at different levels of force. Seeds contaminated by fungal agents had a positive response in germination when treated with saline solutions

Keywords: cultivars, *Oryza sativa* L., sodium chloride, vigor test.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) tem grande importância no sistema de produção brasileiro e mundial. O Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz, e para a safra 2013/2014 a produção foi de 12,8 milhões de toneladas, 8% maior do que o volume da safra anterior. Desse total, os dois maiores estados produtores, Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) produziram 74% da produção total, com destaque para o Rio Grande do Sul que produziu cerca de 8,4 milhões de toneladas (Conab, 2014).

O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais difundidos para a avaliação do vigor das sementes de várias espécies cultivadas, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (Hampton e Tekrony, 1995). Este teste consiste em avaliar a resposta das sementes, por meio do teste de germinação, após estas terem sido submetidas a temperatura elevada (41°C) e umidade relativa do ar próxima de 100%, por determinado período de exposição (Rosseto *et al.*, 2001). Baseia-se no facto de que a taxa de deterioração aumenta consideravelmente quando as sementes são expostas a tais condições (Hampton e Tekrony, 1995). Assim, verifica-se que, em lotes de sementes com baixo vigor, há maior queda na sua viabilidade depois de expostos à situação de stresse pelo envelhecimento (Marcos Filho, 1999), de modo que existe possibilidade de serem estabelecidas diferenças no potencial fisiológico desses lotes (Panobianco e Marcos Filho, 2001).

Um aspecto importante a ser considerado no teste de envelhecimento acelerado é a diferença na absorção de água pelas sementes, pois, quando expostas à atmosfera húmida podem ocorrer variações acentuadas no grau de umidade destas. Pesquisas conduzidas com espécies que possuem sementes de médio tamanho têm revelado resultados pouco consistentes devido à variação muito acentuada do grau de umidade das amostras, após o envelhecimento (Ramos *et al.*, 2004). Nesse sentido, vêm sendo estudadas alternativas para a condução do teste de envelhecimento acelerado com sementes dessas espécies, como a substituição da água por soluções de sais. Dependendo da solução utilizada, são obtidos níveis específicos de umidade relativa do ar, permitindo reduzir a

taxa de absorção de água, a velocidade e a intensidade de deterioração das sementes (Jianhua e McDonald, 1997), sem reduzir a sensibilidade do teste.

O desempenho das sementes envelhecidas artificialmente pode ser influenciado, de modo negativo, pela presença de fungos, principalmente pelos considerados saprófitas: *Rhizopus* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Chaetomium* spp. Silva e Silva (2000) afirmaram que *Aspergillus* spp. é o principal causador desse baixo desempenho. Da mesma forma que a alta incidência de *Aspergillus* spp. prejudica a avaliação do teste, isso também ocorre com a alta incidência de *Rhizopus* spp. (Rosseto *et al.*, 2001). Segundo Silva e Silva (2000) e Rosseto *et al.* (2001), o teste de envelhecimento acelerado pode ser afetado pela diferença de absorção de água das sementes e também por contaminação inicial por microrganismos, interferindo dessa forma na interpretação dos dados. Torna-se necessário, então, o controle de microrganismos durante esse teste, por adaptação de metodologia que possa assegurar seu controle.

Assim, esta pesquisa teve como objetivo estudar o teste de envelhecimento acelerado em diferentes concentrações salinas para determinar o potencial fisiológico e sanitário de cultivares de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia e no Laboratório de Fitopatologia Eloy Minusi do Departamento de Defesa Fitossanitária, da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Foram utilizadas sementes de três cultivares de arroz: Irga 409, Irga 424 e Epagri 144.

O desempenho das sementes quanto ao potencial fisiológico foi avaliado através dos testes de teor de água, germinação, envelhecimento acelerado tradicional (água) e com o uso de solução saturada e super saturada de NaCl e o teste de sanidade.

O teor de água foi conduzido com 5 g de sementes por repetição, pelo método da estufa a 105°C ± 3°C, durante 24 h, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 100 sementes, distribuídas em papel germitest, previamente humedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, à temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas aos 14 dias após o início do teste, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Nos testes de envelhecimento acelerado tradicional e com soluções salinas foram utilizadas caixas plásticas (mini-câmaras) de 11,0 x 11,0 x 3,5 cm tipo "gerbox", contendo 40 mL de água destilada conforme metodologia descrita por (Delouche e Baskin, 1973) ou solução de NaCl a 76% (solução saturada- SS) ou 94% (solução super saturada- SSS), usando 11 e 40 g de NaCl por 100 mL de água destilada, respectivamente. As sementes (6 g) foram distribuídas sobre tela plástica presente na caixa de maneira a formar uma camada uniforme. A metodologia com a utilização de NaCl foi descrita por Jianhua e McDonald (1997). As caixas foram mantidas em estufa do tipo BOD, a 42°C durante 24, 48, 72 e 96 horas. Decorrido cada período de envelhecimento, quatro subamostras de 50 sementes por cultivar foram submetidas ao teste de germinação, seguindo metodologia descrita anteriormente, e com avaliação realizada ao fim de sete dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. Paralelamente, foi determinado o teor de água das sementes após cada período de envelhecimento, para verificar a uniformidade das condições do teste, conforme Marcos Filho (1999).

Para o teste de sanidade, foi utilizado o método do papel de filtro ou "Blotter test" (Neergaard, 1977). Foram avaliadas 200 sementes, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes em caixas do tipo gerbox, previamente desinfetadas com uma solução de hipoclorito de sódio de 1% e álcool 70%. Estas sementes foram previamente submetidas a 24 h de embebição e posterior congelamento de 24 h para evitar a germinação. Em cada gerbox foram colocadas duas folhas de papel filtro, humedecidas com água destilada até à saturação. Sobre elas foram distribuídas as sementes, que permaneceram em incubação por cinco dias, à temperatura de 25 ± 2°C. Após o período de incubação as sementes foram avaliadas individualmente,

utilizando-se microscópio estereoscópico, sendo contado o número de fungos germinados através de suas características.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para comparação das médias, utilizou-se um esquema fatorial 3x4 (métodos do teste de envelhecimento acelerado e tempos de exposição dos testes). Para os teores de água, não foram realizadas análises estatísticas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$), empregando-se o programa de análises estatísticas Sisvar (Ferreira, 2000). Utilizou-se também análise de regressão através dos polinômios ortogonais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de humidade das sementes das quatro cultivares em função do tempo de exposição, do teste de envelhecimento acelerado está apresentado na Figura 1. Na cultivar Irga 409 (Figura 1A), podemos constatar que no teste de envelhecimento acelerado tradicional, houve uma rápida absorção de água pelas sementes, ao fim de 24 h que se manteve constante nos tempos subsequentes. Este facto é importante para a execução das avaliações de envelhecimento acelerado, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Marcos Filho, 2005), pois dentro de certos limites (1 a 3%), as sementes mais húmidas são mais afetadas pelas condições do envelhecimento acelerado. Para as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado em SS também houve um aumento do grau de humidade ao fim de 24 h, porém, inferior ao observado no envelhecimento acelerado tradicional. O grau de humidade manteve-se constante até 72 h com posterior aumento em 96 h. No tratamento SSS houve absorção de água em relação ao estado inicial da semente, o que se manteve durante todo o período de envelhecimento acelerado.

Para a cultivar Irga 424, pode-se observar que no envelhecimento acelerado tradicional, o teor de água se manteve constante no período compreendido entre 0 e 72 h durante o teste, aumentando no período de 96 h. No tratamento SS obteve-se um acréscimo no teor de água das sementes no

período compreendido entre zero e 24 h, que se manteve constante no decorrer do tempo até 96 h. Já nas sementes sujeitas a SSS, houve um acréscimo na absorção de água apenas a partir do período de 48 h, mantendo-se constante até as 96 h de exposição (Figura 1B).

Na cultivar Epagri 144, quer no método tradicional quer nas duas concentrações salinas testadas, observou-se um aumento na absorção de água pelas sementes no decorrer do tempo do teste de envelhecimento acelerado (Figura 1C). Em solução saturada (SS) o máximo de absorção ocorreu em 48h com posterior redução nos períodos de 72 e 96 h. No entanto, no envelhecimento acelerado tradicional e com solução super saturada (SSS), o máximo de absorção ocorreu em 96 h. Nesse caso, houve variações mais acentuadas no teor de água das sementes ao final do envelhecimento acelerado, confirmando as observações de Jianhua e McDonald (1997), os quais descreveram

a metodologia. No entanto, não há registros do uso dessa metodologia alternativa em sementes de arroz. De acordo com Moreno-Martinez (1985) as alterações de humidade em sementes podem ser atribuídas ao metabolismo dos próprios fungos assim como sua higroscopicidade e a ação simples ou combinada da humidade com o efeito nocivo dos fungos pode afetar a germinação de sementes.

Os resultados da germinação inicial (0 h) indicaram diferenças entre as cultivares de sementes de arroz, destacando-se a Epagri 144 como de menor viabilidade; e Irga 409 e Irga 424 de qualidade superior.

Examinando-se os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Quadro 1), tanto o procedimento tradicional (72 h), quanto com solução salina de NaCl (96 h), observa-se que estes permitiram a estratificação das cultivares de arroz quanto ao vigor, proporcionando a mesma separação

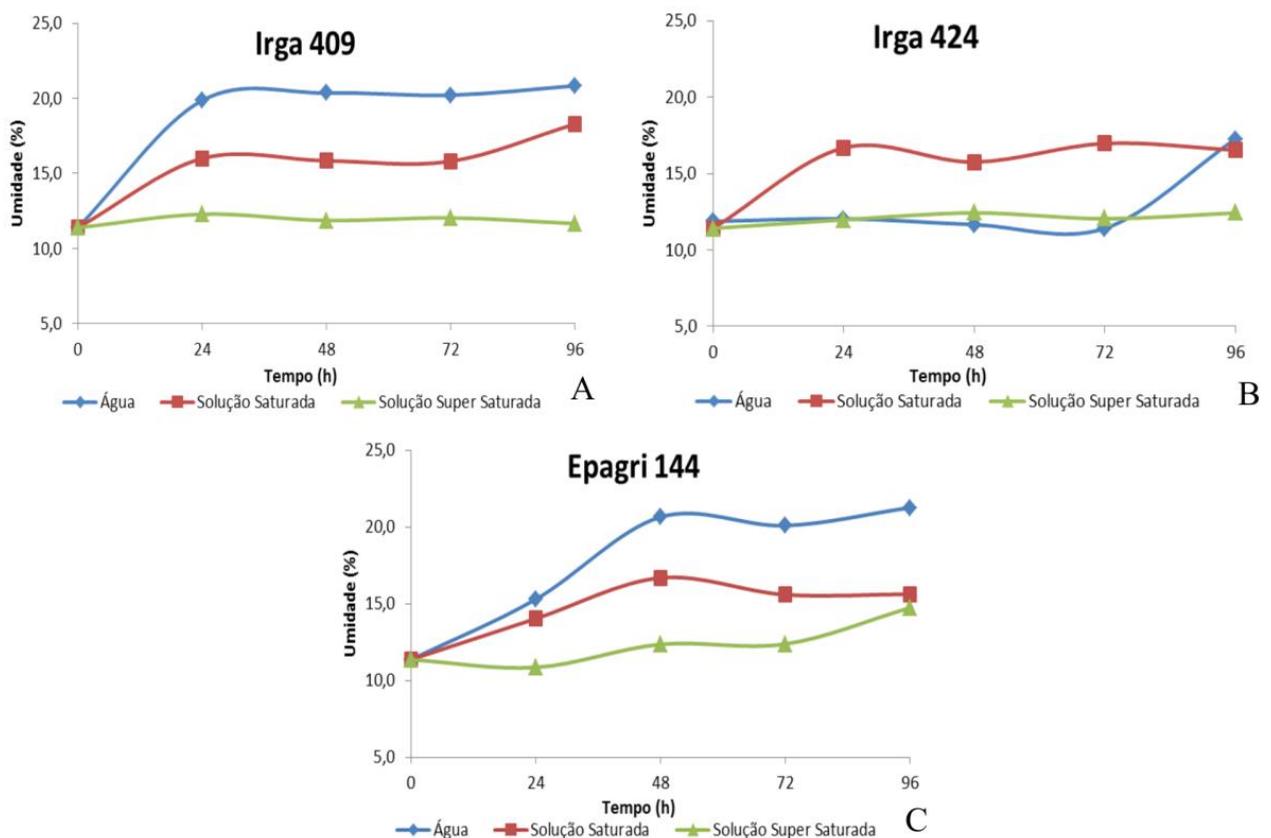


Figura 1 - Teor de água (TA) de sementes de arroz das cultivares Irga 409 (A), Irga 424 (B) e Epagri 144 (C) após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (água), solução saturada (SS) e solução super saturada (SSS) durante o período de exposição de 0, 24, 48, 78 e 96 h.

verificada na germinação inicial (Quadro 1). De acordo com Ávila *et al.* (2006) em estudos com sementes de rabanete, foi constatado que o teste de envelhecimento acelerado, procedimento tradicional, permite a separação de lotes de sementes em níveis de vigor, após 48 h de envelhecimento.

No entanto, ao analisar os valores de germinação após o envelhecimento acelerado SSS, notou-se maior estratificação entre as cultivares de arroz, no período de exposição de 72 e de 96 h. Resultados semelhantes foram obtidos por Ramos *et al.* (2004), Tunes *et al.* (2009) e Tunes *et al.* (2011) em sementes de rúcula, cevada e azevém, respectivamente, quando constataram que o stresse provocado pelo teste de envelhecimento acelerado SSS por um período de 72 h ocasionou uma maior estratificação entre lotes com germinação semelhante e menor redução da germinação destas sementes. A adição do NaCl, que proporciona uma menor humidade relativa do ar quando comparado apenas com água, faz com que as sementes não absorvam muita água e não sofram um processo de deterioração acentuado mesmo

diante de uma metodologia que causa um stresse nas sementes com a utilização de alta temperatura.

Considerando que é desejável obter resultado do teste de vigor no menor tempo possível, é mais adequado utilizar o período de 72 h de exposição em SSS, pois possibilita a economia de energia elétrica pelo equipamento, além de fornecer resultados em menor período de tempo quando comparado aos demais procedimentos analisados. Tempos longos de envelhecimento podem provocar elevada deterioração e reduzir drasticamente a germinação de algumas sementes, como ocorre em sementes de trigo (Maia *et al.*, 2007). Segundo Rodo *et al.* (2000) trabalhando com sementes de cenoura, verificaram que o período de 72 h de envelhecimento, com o uso de solução saturada, é considerado adequado para a avaliação do potencial fisiológico. Também Lopes *et al.* (2010), estudando sementes de quiabo, verificaram que o envelhecimento acelerado por 72 h a 41 °C permitiu maior sensibilidade para identificação dos lotes em diferentes níveis de qualidade.

Quadro 1 - Porcentagem de germinação das sementes de arroz durante o teste de envelhecimento acelerado tradicional (água), solução não saturada (SS) e solução super saturada de NaCl (SSS), durante o período de exposição de 0, 24, 48, 72 e 96 h*

Cultivar	Teste	0h	24h	48h	72h	96h
Irga 409	Água	92a	95a	89a	90a	85a
Irga 424		90a	89b	90a	87a	81b
Epagri 144		73b	86b	90a	80b	78b
CV (%)				5,03		
Cultivar	Teste	0h	24h	48h	72h	96h
Irga 409	SS	92a	96a	96a	87a	89a
Irga 424		90a	90b	91b	89a	87a
Epagri 144		73b	88b	83c	85a	79b
CV (%)				2,93		
Cultivar	Teste	0h	24h	48h	72h	96h
Irga 409	SSS	92a	96a	94a	93a	87a
Irga 424		90a	86b	90b	86b	85b
Epagri 144		73b	85b	84c	83c	74c
CV (%)				2,17		

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

Podemos constatar que as condições do teste de envelhecimento acelerado com o uso de solução saturada ou solução super saturada de NaCl promoveram efeitos menos drásticos, pois ao atingir menores teores de água, o grau de deterioração das sementes foi atenuado em relação ao normalmente verificado com o uso do método tradicional. Resultados semelhantes foram obtidos em trabalho com sementes de pimentão por Panobianco e Marcos Filho (1998), rúcula por Ramos *et al.*, (2004) e beterraba por Silva (2003) e Costa *et al.* (2004).

Outro aspecto a ser considerado foi que, após o envelhecimento acelerado com SS e SSS, foram observadas diferenças na incidência de fungos (Quadro 2, 3 e 4) com diminuição no número de gêneros presente. Observação semelhante foi efetuada por Jianhua e McDonald (1997), pois a baixa humidade relativa no teste de envelhecimento acelerado com adição de solução salina diminuiu consideravelmente o desenvolvimento de fungos.

As sementes da cultivar Irga 409 (Quadro 2) apresentaram maiores percentagens de infecção pelo género *Aspergillus*, em relação aos outros fungos. O género *Aspergillus* contém fungos tóxicos, causadores de deterioração em sementes, que são saprófitos cosmopolitas, de disseminação fácil por esporos leves e secos. São xerofílicos ou xerotolerantes, ou seja, podem crescer em baixo potencial de água, sendo os primeiros a se desenvolverem nas condições de baixa humidade de sementes, assim dificultando o desenvolvimento de outros gêneros que necessitam mais humidade (Griffin, 1994; Luz, 1995 e Puzzi, 2000). Podemos observar que com o aumento do período de exposição ao envelhecimento acelerado e da concentração de NaCl, houve um aumento na população desse fungo, em relação aos outros presentes. Verificou-se também que houve uma redução na incidência de fungos no decorrer do teste de envelhecimento acelerado com solução salina, de uma maneira geral.

A incidência de fungos na cultivar Irga 424 (Quadro 3) foi semelhante à na cultivar Irga 409 (Quadro 2), sendo que os fungos do género *Aspergillus* foram mais constantes. Segundo Berjak (1987), o NaCl é recomendado para a detecção de fungos de armazenamento, como os dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, devido à sua particularidade de crescer em meios de alta concentração osmótica, mas que exercem efeito inibitório ao desenvolvimento de outros fungos. Para Kikuti *et al.* (2005) trabalhando com sementes de pimentão, Fessel *et al.* (2005) com bróculos e Lopes *et al.* (2010) com sementes de quiabo, constataram que a utilização da solução salina fez com que os teores de água das sementes permanecessem baixos o suficiente para reduzir acentuadamente ou impedir o desenvolvimento de microrganismos.

A incidência de fungos na cultivar Epagri 144 (Quadro 4) foi maior pelos gêneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Rhizoctonia*, *Aspergillus*, *Alternaria* e *Trichoderma*. Os fungos do género *Rhizoctonia* e *Trichoderma* tiveram um decréscimo com o aumento da concentração salina no envelhecimento acelerado, o que não foi observado quando se usou o tratamento com água. Já para os restantes gêneros, o resultado encontrado manteve-se constante no decorrer dos tempos de exposição e concentrações salinas. Jianhua e McDonald (1997), Rodo *et al.* (2000) e Panobianco e Marcos Filho (2001) constataram que a baixa humidade relativa do ar promovida pela adição de solução saturada de sais impede o crescimento de microrganismos, minimizando a preocupação com o efeito de patógenos associados às sementes sobre os resultados do teste de envelhecimento acelerado. Segundo Henning *et al.* (1997), apesar do fungo perder a viabilidade em condições com menor disponibilidade de água, o tratamento das sementes com fungicida sistémico e de contacto torna-se necessário para garantir a erradicação do patógeno e proteger a semente contra o ataque de fungos.

Quadro 2 - Porcentagem de fungos em sementes de arroz 'Irga 409' submetidas a três métodos de envelhecimento acelerado e em diferentes tempos de exposição. Santa Maria, 2010

Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
Água	<i>Penicillium</i>	1	13,5	-	-	-
	<i>Fusarium</i>	5	28	1	-	-
	<i>Rhizopus</i>	1	23	14	2,5	1,0
	<i>Rhizoctonia</i>	0,5	-	-	-	-
	<i>Aspergillus</i>	2	69	99	100	100
	<i>Alternaria</i>	1	-	-	-	-
	<i>Chaetomium</i>	-	0,5	4,5	-	-
	<i>Botrytis</i>	-	0,5	-	0,5	-
	<i>Trichoderma</i>	-	-	-	-	1,5
	<i>Curvularia</i>	-	-	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	1,5	-	0,5	-	-
	<i>Verticillium</i>	1,5	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Epicocum</i>	-	-	-	0,5	-
Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
SS	<i>Penicillium</i>	1	1	-	-	0,5
	<i>Fusarium</i>	5	2,5	-	-	-
	<i>Rhizopus</i>	1	12,5	4	6	-
	<i>Rhizoctonia</i>	0,5	0,5	-	-	-
	<i>Aspergillus</i>	2	85,5	93,5	99	97,5
	<i>Alternaria</i>	1	-	-	-	-
	<i>Chaetomium</i>	-	1	-	0,5	-
	<i>Botrytis</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichoderma</i>	-	-	-	-	0,5
	<i>Curvularia</i>	-	1	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	1,5	-	-	0,5	-
	<i>Verticillium</i>	1,5	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Epicocum</i>	-	-	0,5	-	1
Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
SSS	<i>Penicillium</i>	1	0,5	-	-	-
	<i>Fusarium</i>	5	6	2,5	1,5	0,5
	<i>Rhizopus</i>	1	14	6,5	1	-
	<i>Rhizoctonia</i>	0,5	-	-	-	-
	<i>Aspergillus</i>	2	11,5	70,5	93	95,5
	<i>Alternaria</i>	1	2	-	-	0,5
	<i>Chaetomium</i>	-	0,5	-	-	-
	<i>Botrytis</i>	-	0,5	-	-	-
	<i>Trichoderma</i>	-	0,5	0,5	-	-
	<i>Curvularia</i>	-	-	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	1,5	0,5	-	-	-
	<i>Verticillium</i>	1,5	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	0,5	-	-	-
	<i>Epicocum</i>	-	0,5	-	-	-

SS – Solução Saturada; SSS – Solução Super Saturada

Quadro 3 - Porcentagem de fungos em sementes de arroz 'Irga 424' submetidas a três métodos de envelhecimento acelerado e em diferentes tempos de exposição. Santa Maria, 2010

Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
Água	<i>Penicillium</i>	39	9	-	-	-
	<i>Fusarium</i>	6,5	40,5	-	-	-
	<i>Rhizopus</i>	5	19	7	-	-
	<i>Rhizoctonia</i>	12	-	-	-	-
	<i>Aspergillus</i>	6	84	100	100	100
	<i>Alternaria</i>	-	0,5	-	-	-
	<i>Chaetomium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Botrytis</i>	-	1	0,5	-	-
	<i>Trichoderma</i>	-	-	-	7	0,5
	<i>Curvularia</i>	-	-	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	0,5	0,5	-	-	-
	<i>Verticillium</i>	2	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	7,5	-	-	2,5	-
		<i>Epicocum</i>	-	-	-	-
Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
SS	<i>Penicillium</i>	-	1	1	0,5	-
	<i>Fusarium</i>	-	2,5	3	0,5	0,5
	<i>Rhizopus</i>	-	53,5	21	11,5	31,5
	<i>Rhizoctonia</i>	-	-	-	-	-
	<i>Aspergillus</i>	-	92,5	65,5	98,5	98,5
	<i>Alternaria</i>	-	0,5	2,5	1,0	-
	<i>Chaetomium</i>	-	0,5	1,5	-	2
	<i>Botrytis</i>	-	1,5	0,5	0,5	-
	<i>Trichoderma</i>	-	2	4,5	1	2,5
	<i>Curvularia</i>	-	-	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	-	-	0,5	-	-
	<i>Verticillium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	-	-	2,5	-
		<i>Epicocum</i>	-	-	-	-
Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
SSS	<i>Penicillium</i>	-	1,5	1,5	1,0	-
	<i>Fusarium</i>	-	1,0	0,5	2,5	-
	<i>Rhizopus</i>	-	22,5	4,5	-	-
	<i>Rhizoctonia</i>	-	-	-	-	-
	<i>Aspergillus</i>	-	90,5	92	84,5	100
	<i>Alternaria</i>	-	1,5	-	0,5	0,5
	<i>Chaetomium</i>	-	-	-	-	0,5
	<i>Botrytis</i>	-	0,5	0,5	0,5	-
	<i>Trichoderma</i>	-	-	2	2,5	1,5
	<i>Curvularia</i>	-	0,5	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	-	0,5	-	-	0,5
	<i>Verticillium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	-	-	5	2
		<i>Epicocum</i>	-	-	-	0,5

SS – Solução Saturada; SSS – Solução Super Saturada

Quadro 4 - Porcentagem de fungos em sementes de arroz 'Epagri 144' submetidas a três métodos de envelhecimento acelerado e em diferentes tempos de exposição. Santa Maria, 2010

Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
Água	<i>Penicillium</i>	63	70,5	-	0,5	-
	<i>Fusarium</i>	16,5	17	2	3	0,5
	<i>Rhizopus</i>	30	89	98	57,5	35
	<i>Rhizoctonia</i>	12	2	1	1	-
	<i>Aspergillus</i>	-	71,5	99	97	91,5
	<i>Alternaria</i>	-	7	1	0,5	-
	<i>Chaetomium</i>	-	-	0,5	-	-
	<i>Botrytis</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichoderma</i>	-	33,5	57,5	56,5	66,5
	<i>Curvularia</i>	1	-	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	3,5	2,5	-	-	-
	<i>Verticillium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Epicocum</i>	-	-	-	0,5	-
Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
SS	<i>Penicillium</i>	63	39,5	6	1,5	-
	<i>Fusarium</i>	16,5	8,5	5,5	5	5,5
	<i>Rhizopus</i>	30	72	94,5	79,5	55
	<i>Rhizoctonia</i>	12	2,5	9,5	2	5,5
	<i>Aspergillus</i>	-	61	85,5	74,5	50,5
	<i>Alternaria</i>	-	1,5	-	3	8
	<i>Chaetomium</i>	-	-	0,5	-	-
	<i>Botrytis</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichoderma</i>	-	34	17	17,5	11
	<i>Curvularia</i>	1	1	-	-	-
	<i>Bipolaris</i>	3,5	0,5	-	1	-
	<i>Verticillium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Epicocum</i>	-	-	-	0,5	-
Teste	Fungos	0h	24h	48h	72h	96h
SSS	<i>Penicillium</i>	63	52,5	25,5	29	30
	<i>Fusarium</i>	16,5	13	16,5	17,5	17
	<i>Rhizopus</i>	30	98	44,5	85,5	28
	<i>Rhizoctonia</i>	12	1	6,5	9	5
	<i>Aspergillus</i>	-	52	35,5	65	35,5
	<i>Alternaria</i>	-	0,5	7	25,5	19,5
	<i>Chaetomium</i>	-	1	0,5	2,5	-
	<i>Botrytis</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichoderma</i>	-	4,5	3	11,5	18,5
	<i>Curvularia</i>	1	-	-	1	1,5
	<i>Bipolaris</i>	3,5	-	3	2	2,5
	<i>Verticillium</i>	-	-	-	-	-
	<i>Trichothecium</i>	-	-	-	-	1
	<i>Epicocum</i>	-	-	-	-	-

SS – Solução Saturada; SSS – Solução Super Saturada

CONCLUSÕES

Os efeitos deletérios do teste de envelhecimento acelerado foram atenuados com o incremento de concentrações salinas.

O teste de envelhecimento acelerado em solução saturada (SS) às 48 h e em solução super saturada

(SSS) às 48, 72 e 96 h permite classificar as cultivares de arroz em diferentes níveis de vigor.

Sementes contaminadas por agentes fúngicos tiveram resposta positiva na germinação com o uso dos métodos com solução salina.

REFERÊNCIAS

- Ávila, P.F.V.; Villela, F.A. e Ávila, M.S.V. (2006) – Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 3, p. 52-58.
- Berjak, P. (1987) – Stored seeds: The problems caused by micro-organisms (with particular reference to the Fungi). In: Nasser, L.C.; Wetzel, M.M. e Fernandes, J.M. (Eds.) – *Advanced International Course on Seed Pathology*. Passo Fundo, ABRATES, p. 38-50.
- Brasil. (2009) – *Regras para análise de sementes*. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 399 p.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2014) – Acompanhamento de safra brasileira: Sexto levantamento grãos safra 2013/2014. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_03_12_08_41_24_boletim_graos_marco_2014.pdf.
- Costa, C.J.; Carvalho, R.R. e Villela, F.A. (2004) – Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba pelo teste de envelhecimento acelerado. In: *Seminário Panamericano de Semillas, 19, Resúmenes*. Asunción, Federación Latinoamericana de Asociaciones de Semillistas, p. 375.
- Delouche, J.C. e Baskin, C.C. (1973) – Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, vol. 1, n. 3, p. 427-452.
- Ferreira, D.F. (2000) – Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: *Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45. São Carlos, SP. Anais*. São Carlos, UFSCAR, p. 225-258.
- Fessel, S.A.; Silva, L.J.R.; Galli, J.A. e Sader, R. (2005) – Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). *Científica*, vol. 33, n. 1, p. 27-34. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2005v33n1p27+-+34>
- Griffin, H.D. (1994) – *Fungal physiology*. 2.^a Ed., John Willey & Sons.
- Hampton, J.G. e Tekrony, D.M. (1995) – *Handbook of vigour test methods*. 3.^a ed. Zurich, ISTA, 117 p.
- Henning, A.A., Yorinori, J.T., França-Neto, J.B. e Garrido, R.B.O. (1997) – Ocorrência de *Cercospora kikuchii* em sementes básicas de soja, no Brasil. *Informativo ABRATES*, vol. 7, n. 1-2, p. 161.
- Jianhua, Z. e McDonald, M.B. (1997) – The saturated salt accelerated aging test for small seeded crops. *Seed Science and Technology*, vol. 25, p. 123-131.
- Kikuti, A.L.P.; Menten, J.O.M.; Moraes, M.H.D. e Oliveira, S.R.S. (2005) – Interferência da assepsia em sementes de pimentão submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 27, n. 2, p. 44-49. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222005000200007>
- Lopes, M.M.; Sader, R.; Paiva, A.S. e Fernandes, A.C. (2010) – Teste de envelhecimento acelerado em sementes de quiabo. *Bioscience Journal*, vol. 26, n. 4, p. 491-501.
- Luz, W.C. (1995) – Diagnose e controle de doenças da espiga de milho no Brasil. *Circular Técnica*, vol. 5, p. 28.
- Maia, A.R.; Lopes, J.C. e Teixeira, C.O. (2007) – Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 31, n. 3, p. 678-684. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000300012>
- Marcos Filho, J. (1999) – Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R.D. e França Neto, J.B. (Eds.) – *Vigor de Sementes*. Londrina, Conceitos e Teses, p. 1.1-1.21.
- Marcos Filho, J. (2005) – *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba, FEALQ, 495 p.

- Moreno-Martinez, E. (1985) – Use of fungicides for corn seed viability preservation. *Seed, Science & Technology*, vol. 13, p. 235-241.
- Neergaard, P. (1977) – Incubation tests. In: *Seed Pathology*. London, Macmillan Press, 839 p.
- Panobianco, M. e Marcos Filho, J. (1998) – Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 20, p. 306-310.
- Panobianco, M. e Marcos Filho, J. (2001) – Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. *Scientia Agricola*, vol. 58, n. 3, p. 525-531. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000300014>
- Puzzi, D. (2000). *Abastecimento e Armazenagem de Grãos*. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 660 p.
- Ramos, N.P.; Flor, E.P.O.; Mendonça, E.A.F. e Minami, K. (2004) – Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 26, n. 1, p. 98-103. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222004000100015>
- Rodo, A.B; Panobianco, M. e Marcos Filho, J. (2000) – Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. *Scientia Agricola*, vol. 57, n. 2, p. 289-292. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000200015>
- Rosseto, C.A.V.; Bassin, C.A.; Carmo, M.G.F. e Nakagawa, J. (2001) – Tratamento fungicida, incidência de fungos e momento de avaliação da germinação no teste de envelhecimento acelerado em sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 23, n. 2, p. 78-87.
- Silva, J.B. (2003) – *Avaliação do vigor de sementes de beterraba (Beta vulgaris L.)*. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 42 p.
- Silva, M.A.D. e Silva, W.R. (2000) – Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 35, n. 3, p. 599-608.
- Tunes, L.M.; Badinelli, P.G.; Olivo, F. e Barros, A.C.S.A. (2009) – Teste de envelhecimento acelerado em cevada. *Magistra*, vol. 21, n. 2, p. 111-119.
- 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. (2011) – Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina saturada. *Ciência Rural*, vol. 41, n. 1, p. 33-37. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000100006>