

Adequação do teste de germinação para sementes de arroz tratadas com diferentes fungicidas e inseticidas

Adequacy of the germination test for rice seeds treated with different fungicides and insecticides

DOI:10.34117/bjdv7n2-526

Recebimento dos originais: 24/01/2021

Aceitação para publicação: 24/02/2021

Fernanda da Motta Xavier

Dr^a. Engenheira Agrônoma

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000

E-mail: fehxavier@hotmail.com

Michele Renata Revers Meneguzzo

Ms. Engenheira Agrônoma

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000

E-mail: michelemeneguzzo@yahoo.com.br

Carla Dias Tunes

Dr^a. Engenheira Agrônoma

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000

E-mail: carlادتunes@gmail.com

Sheila Bigolin Teixeira

Ms. Engenheira Agrônoma

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000

E-mail: sheilabigolin@gmail.com

Andréa Bicca Noguez Martins

Dr^a. Engenheira Agrônoma

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000

E-mail: amartinsfv@hotmail.com

Ilenice Hartwig

Acadêmica de Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000

E-mail: ileniceh@gmail.com

Alexandre Milech Neumann

Engenheiro Agrônomo

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000
E-mail: alexandreneumann@hotmail.com

Géri Eduardo Meneghello

Dr. Engenheiro Agrônomo

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Campus Universitário, S / N, Capão do Leão - RS, 96160-000
E-mail: gmeneghello@gmail.com

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* família Poaceae) é uma gramínea anual, classificada no grupo de plantas C-3, adaptada a ambientes aquáticos. É uma importante cultura agrícola, sendo o Rio Grande do sul o maior produtor do Brasil. Diante disso, é importante utilizar sementes de alta qualidade visando maximizar o potencial produtivo. O tratamento químico é uma técnica largamente utilizada pelos produtores de sementes, porém, para a realização do teste de germinação, este é, contudo, padronizado para sementes não tratadas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar o desempenho de sementes de arroz tratadas com diferentes fungicidas e inseticidas, avaliando seus reflexos quanto ao armazenamento e utilização de diferentes substratos. As sementes de arroz foram tratadas em máquina específica, e os produtos químicos utilizados conforme recomendações do fabricante. As sementes tratadas foram semeadas nos substratos descritos pela RAS (papel e areia) e nos substratos alternativos (vermiculita entre papel e areia entre papel) e ainda foram testados dois períodos de avaliação (0 e 30 dias). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial. As variáveis analisadas foram primeira contagem da germinação, germinação, plântulas anormais e sementes mortas. Com os resultados encontrados verificou-se que os substratos indicados pelas Regras de análise de sementes são eficazes para germinação de sementes de arroz; a areia e vermiculita entre papel são adequações metodológicas que se mostram adequadas ao teste germinação em sementes de arroz tratadas; o inseticida Tiametoxam não acarretou resultados negativos para primeira contagem e para porcentagem de germinação; o armazenamento das sementes tratadas por 30 dias de certa forma fez com que as sementes expressassem melhor desempenho no teste de primeira contagem da germinação, mostrando um acréscimo na porcentagem de germinação.

Palavras-Chave: *Oryza Sativa*, Substratos, Produtos Químicos.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* family Poaceae) is an annual grass, classified in the group of plants C-3, adapted to aquatic environments. It is an important agricultural crop, with Rio Grande do Sul being the largest producer in Brazil. Therefore, it is important to use high quality seeds in order to maximize the productive potential. Chemical treatment is a technique widely used by seed producers, however, for the germination test, it is, however, standardized for untreated seeds. Therefore, the objective of this work was to verify the performance of rice seeds treated with different fungicides and insecticides, evaluating their reflexes regarding the storage and use of different substrates. The rice seeds were treated in a specific machine, and the chemical products used according to the manufacturer's recommendations. The treated seeds were sown on the substrates described by RAS (paper and sand) and on alternative substrates (vermiculite between paper and sand between paper) and two evaluation periods (0 and 30 days) were also tested. The experimental design used was completely randomized, in a factorial scheme.

The variables analyzed were first germination count, germination, abnormal seedlings and dead seeds. With the results found it was found that the substrates indicated by the Seed Analysis Rules are effective for germinating rice seeds; sand and vermiculite between paper are methodological adjustments that are suitable for the germination test in treated rice seeds; the insecticide Tiametoxam did not cause negative results for the first count and for the percentage of germination; the storage of the treated seeds for 30 days in a certain way made the seeds express better performance in the first germination count test, showing an increase in the germination percentage.

Keywords: *Oryza Sativa*, Substrates, Chemicals.

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza Sativa* L.) é a cultura alimentar mais importante no mundo. É o alimento básico de mais de 60% da população mundial. O arroz é principalmente produzido e consumido na região asiática (GUNATHILAKE; GAMAGE, 2018).

No Brasil, a produção é oriunda dos sistemas de cultivo irrigado e de sequeiro, sendo a orizicultura irrigada, responsável por 70% da produção nacional (DOCKHORN, et al. 2018). Aproximadamente 90% do arroz irrigado do país é cultivado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, nas chamadas terras baixas.

Segundo a CONAB a produção de grãos deve superar 268 milhões de toneladas na safra 2020/2021, sendo que a área cultivada com arroz deve aumentar 1,6%, sendo estimado que a produtividade pode não ser tão boa quanto a da última safra, ressaltando a importância da utilização de sementes de elevada qualidade fisiológica e sanitária (CONAB, 2020).

Vários avanços na tecnologia da produção de sementes, vem ocorrendo ao longo dos anos, visando o aumento do rendimento das culturas, sendo dentre desses avanços encontram-se a qualidade das sementes usadas nas lavouras. O uso de sementes de alta qualidade (vigorosas) propicia uma maior produtividade com um melhor estabelecimento inicial da lavoura, aumentando a eficiência de uso de fertilizantes e produtos químicos (XAVIER, et al. 2020). Ainda segundo Baudet e Peske (2007), a germinação uniforme das sementes e o crescimento vigoroso e uniforme das plântulas no início do desenvolvimento da cultura são fatores essenciais para garantir o máximo potencial produtivo contido geneticamente.

No entanto, uma vez que as sementes são semeadas no campo, ficam expostas a vários fatores bióticos (pragas e doenças) e abióticos (clima) que podem interferir no seu desempenho genético e fisiológico, afetando a germinação e alterando a uniformidade de

emergência das plântulas, entre outros. Por essa razão e com o objetivo de proteger as sementes e as plântulas na fase inicial do crescimento contra todo tipo de adversidades, produtos fitossanitários como fungicidas e inseticidas são aplicados às sementes (PEREIRA et al., 2011).

Algumas empresas produtoras de sementes concentram a operação de tratamento somente algumas semanas antes da comercialização, por temer os efeitos negativos dos produtos sobre a qualidade das sementes durante o armazenamento. Diante desse fato, seria vantajoso para a logística destas empresas se esta operação pudesse ser realizada antecipadamente, porém, é necessário conhecer a influência dos produtos utilizados sobre a qualidade fisiológica das sementes no decorrer do período de armazenamento (DAN et al., 2010).

Desse modo, é de extrema importância a análise de sementes tratadas, que disponham de métodos confiáveis para avaliação rápida e eficiente da qualidade fisiológica e sanitária dessas. Dentre os testes mais comuns para avaliação da qualidade das sementes destacam-se o teste de germinação em papel germitest ou em areia. Sendo que esse teste ainda pode ser conduzido em outro substrato respeitando-se as condições adequadas para germinação, podendo fornecer uma boa perspectiva do desempenho da semente (LOBO JÚNIOR et al., 2013).

Diante do exposto, as RAS brasileiras não apresentam nenhuma metodologia específica para sementes tratadas (BRASIL, 2009). Os laboratórios de Análise de Sementes reportam que muitas vezes os resultados encontrados no teste de germinação com sementes tratadas com inseticidas e fungicidas não são confiáveis, podendo o desempenho no campo (teste de emergência) ser melhor que no laboratório (teste de germinação). Esses fatos geralmente estão associados as condições dos ambientes onde as sementes são semeadas, pois em laboratório as condições são controladas quanto a temperatura, luz, substrato, pH da água e quando as sementes são semeadas em papel germitest, há uma tendência que o produto se concentre próximo a semente, podendo assim ocorrer problemas na germinação, já no solo o pH é diferente, há presença de microorganismos, colóides, argila e outros que proporcionam um ambiente totalmente diferente para germinação dessas sementes.

Portanto, o objetivo desse estudo foi verificar o desempenho de sementes de arroz tratadas com diferentes fungicidas e inseticidas, avaliando seus reflexos quanto ao armazenamento e utilização de diferentes substratos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel). Inicialmente foi avaliado a viabilidade de se utilizar os padrões estabelecidos pelas RAS (BRASIL, 2009), não sendo estes efetivos foram testados ajustes metodológicos como a adição de substratos como areia e vermiculita no papel germitest.

Ambos os estudos foram realizados utilizando-se de fungicidas e inseticidas e/ou combinação destes e os experimentos foram acrescidos ainda de um tratamento testemunha, que foram as sementes não tratadas. Os tratamentos utilizados foram: TQ0: sem tratamento químico, TQ1: Fludioxonil (25) +metalaxil-M (10), TQ2: Tiametoxam (350), TQ3: Piraclostrobina (25) +tiofanato-metílico (225) +fipronil (250), TQ4: Tiametoxam (350) +fludioxonil (25) +metalaxil-M (10) e TQ5: Imidacloprido (150) +tiodicarbe (450).

O tratamento foi realizado em tratadora comercial da marca MECMAC, utilizando-se uma rotação de 60 rpm. As sementes foram depositadas no interior da tratadora e os produtos foram aplicados em suas determinadas doses, juntamente com água para completar o volume de calda. As doses utilizadas sempre foram as maiores doses recomendadas para a cultura e o volume de calda calculado foi de 13 mL para cada 500 gramas de sementes de arroz.

Posteriormente, a tratadora foi ligada, e as sementes agitadas por 3 minutos, sendo 1 minuto em posição vertical e 2 em posição inclinada (45 graus), para melhor recobrimento das sementes. Após esse período, foram postas em sacos plásticos e deixadas em temperatura ambiente por 24 horas, e posterior disposição das mesmas nos substratos areia (bandejas) e papel germitest. O substrato de papel foi umedecido com água destilada em quantia equivalente a 2,0 vezes o seu peso e para o substrato areia foi calculada sua capacidade de campo, sendo utilizadas bandejas com dimensões de A7cm x L21cm x C29,5cm, onde foi depositado 1,800 kg de areia e 300 mL de água por bandeja e então foram dispostas 50 sementes por rolo e 50 por bandeja. Os rolos então formados, e as bandejas, foram colocados em germinador à temperatura pré-estabelecida conforme os objetivos de avaliação $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ de acordo com as RAS.

Aos cinco dias foi realizada a primeira contagem e após o término do período de quatorze dias, foram feitas as contagens de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas. Os testes foram realizados um dia após tratamento e após 30 dias de armazenamento das sementes, sendo que estas foram armazenadas em câmara refrigerada

com temperatura de aproximadamente 15°C.

Considerando os resultados preliminares, seguiu-se sequência do trabalho, partindo assim para a segunda parte desse estudo. Desta forma, foram testadas combinações de substratos como areia e vermiculita (entre papel), de acordo com Tunes et al. (2020). Para formação dos rolos com vermiculita e com areia entre papel, foi disposto sobre duas folhas de papel 50 mL de vermiculita classe média úmida (para o substrato vermiculita entre papel) ou de areia granulometria média úmida (para o substrato areia entre papel). A vermiculita foi umedecida colocando-a em um balde com água destilada por aproximadamente 16 horas, com a posterior remoção do excesso de água para sua utilização. Já a areia, foi umedecida com base no teste de retenção de água, onde se determinou o uso de 165 mL de água kg⁻¹ de areia, que foi pesada em quantidade suficiente para seu uso no interior do papel. Depois de preparados cada substrato, foram dispostas 50 sementes em cada rolo, que foram cuidadosamente montados, e a cada quatro formou-se uma repetição estatística.

Para a montagem do teste de germinação entre areia, foram utilizadas bandejas com dimensões de A7cm x L21cm x C29,5cm, preenchidas também com 1,800 kg de areia (como no estudo anterior), com granulometria entre 0,05 e 0,8 mm de diâmetro, umedecidas com 300 mL de água destilada cada e semeadas 50 sementes por bandeja, compondo uma repetição estatística a cada quatro bandejas. Todos os rolos e bandejas foram mantidos em germinador câmara contendo uma lâmina de água para manutenção da umidade interior, por quatorze dias, (contados até a contagem final), a 25±1°C, sob regime de 12 horas luz.

O tratamento das sementes ocorreu da mesma forma do primeiro estudo, conforme metodologia citada acima e os procedimentos conforme as combinações das variáveis anteriores em questão para cada produto. A primeira contagem foi aos cinco dias após semeadura, e aos quatorze a contagem final, com as classificações de plântulas normais, anormais e sementes mortas.

Ambos os estudos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema trifatorial, sendo o primeiro (6x2x2) com quatro repetições. O fator A correspondeu aos tratamentos químicos utilizados (TQ0, TQ1, TQ2, TQ3, TQ4 e TQ5), o fator B correspondeu aos substratos (papel e areia), e o fator C aos dois períodos avaliados (0 e 30 dias). Cada repetição metodológica foi composta por quatro rolos ou quatro bandejas, respectivamente, cada uma com 50 sementes. O segundo estudo foi

composto por um esquema (6x4x2), tendo o acréscimo de mais dois substratos (areia e vermiculita entre papel).

Os dados foram submetidos à análise de pressupostos quanto a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, não atendido tal pressuposto os dados referentes a plântulas anormais e sementes mortas foram transformadas, aplicando a equação ($\sqrt{x + 0,5}$). Em seguida foi realizada a análise de variância e em caso de significância, compararam-se os efeitos dos tratamentos pelo teste de Tukey e os efeitos de substratos e períodos de avaliação pelo teste t (tratando-se de dois fatores), ambos a um nível de probabilidade de 5%, sendo toda a análise estatística realizada com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com dados apresentados na (Tabela 1), considerando os resultados da análise de variância, observou-se que ocorreu interação tripla entre os fatores testados (períodos, substratos e tratamentos químicos) para todas as variáveis estudadas.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G), plântulas anormais (ANORMAIS) e sementes mortas (MORTAS) em sementes de arroz tratadas com diferentes princípios ativos. Pelotas, UFPel, 2021.

FATORES	GL	Quadrados Médios			
		PCG	G	ANORMAIS	MORTAS
Períodos (P)	1	2291,26**	731,51**	11,82**	3,91*
Substratos (S)	1	3492,09**	605,01**	58,61**	26,33**
Trat. Químico (TQ)	5	193,08*	61,46	0,05	0,98
P x S	1	1828,76**	364,26**	0,13	11,29**
P x TQ	5	161,98*	37,93	0,20	1,05*
S x TQ	5	359,81**	174,58**	1,37**	1,46*
P x S x TQ	5	239,48*	128,78*	1,21**	0,99*
RESÍDUO	72	55,86	27,94	0,16	0,40
CV	-	3,93	2,35	25,61	13,87

**Significativo a 1% de probabilidade (P<0.01); *significativo a 5% de probabilidade (P<0.05); QM = quadrado médio; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; P = períodos; S = substratos; TQ = tratamento químico.

Para primeira contagem da germinação (Tabela 2), em relação aos substratos (letras maiúsculas), observou-se que o substrato papel apresentou efeito significativo em relação ao substrato areia no período de avaliação 0 nos tratamentos TQ1, TQ3, TQ4 e TQ5 e para porcentagem de germinação nos tratamentos TQ1, TQ3 e TQ4 mostrando superioridade desse substrato no teste de germinação. Esse resultado contrapõe Ceccon

et al., (2004) ao concluírem que produtos químicos aplicados a sementes em determinadas situações, podem ocasionar redução na germinação destas e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito de fitointoxicação.

Em função do tratamento químico das sementes (letras minúsculas), observou-se diferença significativa apenas para o substrato areia para (PCG% e G%) no período 0. Ainda é possível observar que o TQ1 (Fludioxonil + Metalaxil) nesse substrato no período 0 mostrou as menores médias de germinação, corroborando dessa forma com Ludwig et al. (2015) onde, trabalhando com sementes de soja concluíram que, o desempenho inicial de plântulas pode ser reduzido em função da aplicação de produtos químicos como fungicida (Fludioxonil + Metalaxil).

Em relação aos períodos de avaliação 0 e 30 dias (*/^{ns}), sendo 30 o número de dias após o tratamento químico das sementes, mostrou efeito significativo em relação ao período 0 no substrato areia, sendo que os tratamentos TQ1, TQ3, TQ4 e TQ5 foram superiores para primeira contagem da germinação e TQ1, TQ3 e TQ4 para porcentagem de germinação. Para o substrato papel, apenas TQ0 (sem tratamento químico) mostrou efeito significativo no período de avaliação 30 dias após o tratamento das sementes.

Tabela 2 - Primeira contagem da germinação (PCG) e germinação (%) de sementes de arroz tratadas com diferentes princípios ativos. Pelotas, UFPel, 2021.

PRIMEIRA CONTAGEM (PCG%)				
Tratamento	PAPEL		AREIA	
	0	30	0	30
TQ0	77Ba	82Aa*	83Aa	79Aa ^{ns}
TQ1	84Aa	84Aa ^{ns}	40Bd	73Ba*
TQ2	82Aa	84Aa ^{ns}	69Aab	78Aa ^{ns}
TQ3	83Aa	83Aa ^{ns}	59Bbc	85Aa*
TQ4	83Aa	83Aa ^{ns}	51Bcd	82Aa*
TQ5	82Aa	80Aa ^{ns}	63Bbc	80Aa*

GERMINAÇÃO (%)				
Tratamento	PAPEL		AREIA	
	0	30	0	30
TQ0	80Ba	87Aa*	87Aa	82Ba ^{ns}
TQ1	89Aa	89Aa ^{ns}	66Bd	85Aa*
TQ2	86Aa	88Aa ^{ns}	82Aabc	88Aa ^{ns}
TQ3	89Aa	87Ba ^{ns}	75Bbcd	91Aa*
TQ4	92Aa	92Aa ^{ns}	73Bcd	90Aa*
TQ5	86Aa	87Aa ^{ns}	86Aab	92Aa ^{ns}

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para cada variável resposta.

²Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, comparando os substratos em cada período de avaliação e */^{ns} (significativo e não significativo), comparando os períodos de avaliação, ambos pelo “teste t” a 5% de probabilidade.

Analisando a porcentagem de plântulas anormais (Tabela 3), observou-se para substratos (letras maiúsculas) que o substrato areia foi significativo no período 0 em relação ao substrato papel para porcentagem de plântulas anormais em quase todos os tratamentos químicos testados, mostrando uma menor porcentagem de plântulas anormais, sendo que aos 30 dias de armazenamento, não ocorreu anormalidades de plântulas em função dos tratamentos utilizados para esse substrato. Esse resultado pode estar atribuído ao crescimento das plântulas, pois nas bandejas as plântulas recebem mais luminosidade no interior do germinador e conseqüentemente reduzindo as anormalidades das plântulas.

O substrato papel no período de avaliação (0) apresentou maior porcentagem de plântulas anormais, o que indica que, pelo menos em laboratório, utilizando papel germitest o tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas proporcionou alterações fisiológicas durante a fase germinação, interferindo negativamente no desenvolvimento inicial das plântulas (Tabela 3).

Para tratamento químico (letras minúsculas), o TQ0 no período 0 apresentou no substrato papel a maior porcentagem de plântulas anormais (11%) não diferindo estatisticamente de TQ5 com (6%), já para o substrato areia nesse mesmo período de avaliação a maior porcentagem de plântulas anormais foi verificada no tratamento TQ1 não diferindo estatisticamente de TQ3 e TQ4. Desta forma observou-se que o substrato papel mostrou a maior porcentagem de plântulas anormais no TQ0 (sem tratamento químico). Em relação aos períodos de avaliação (*/^{ns}), verificou-se que o período 0 mostrou maiores porcentagens de plântulas anormais. Já o período 30 foi significativo em ambos os substratos em alguns tratamentos, mostrando as menores porcentagens de plântulas anormais, sendo no substrato papel nos tratamentos TQ0, TQ2, TQ3 e TQ5 e no substrato areia nos tratamentos TQ1 e TQ3. Portanto, o armazenamento das sementes de arroz tratadas em condições adequadas, não causou aumento de plântulas anormais.

Em relação a porcentagem de sementes mortas, para substratos (letras maiúsculas) o substrato areia apresentou diferença significativa, mostrando um elevado percentual de sementes mortas no período 0, chegando a uma porcentagem de 32% no TQ1 (apenas fungicida). O TQ1 e TQ4 no período inicial mostraram as maiores porcentagens de sementes mortas, sendo esses tratamentos fungicida e fungicida + inseticida respectivamente. Sendo assim, esses tratamentos podem ter causado fitotoxicidade às sementes e conseqüentemente aumentando o número de plântulas anormais e sementes mortas. Ainda segundo Dan et al. (2012), o tratamento químico pode causar, além da

desintegração do sistema de membranas, um descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a redução da viabilidade das sementes e conseqüentemente um acréscimo no percentual sementes mortas.

Para tratamento químico (letras minúsculas), observou-se que o substrato areia em ambos os períodos de avaliação apresentou diferenças entre os tratamentos, sendo que, de uma maneira geral, o TQ0 e o TQ5 foram os tratamentos menos prejudicados no período 0 e para o período de 30 dias o TQ5 mostrou a menor porcentagem de sementes mortas (8%). Para períodos de avaliação (*/^{ns}), o período de 30 dias após o tratamento das sementes no substrato areia foi significativo em relação ao período 0, mostrando elevadas porcentagens de sementes mortas, sendo essas verificadas nos tratamentos TQ1, TQ3, TQ4 respectivamente.

Tabela 3 - Porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas (%) de sementes de arroz tratadas com diferentes princípios ativos. Pelotas, UFPel, 2021.

PLÂNTULAS ANORMAIS (%)				
Tratamento	PAPEL		AREIA	
	0	30	0	30
TQ0	11Ac	2Aa*	0Ba	0Ba ^{ns}
TQ1	2Aa	2Aa ^{ns}	2Ac	0Ba*
TQ2	5Aab	2Aa*	1Bab	0Ba ^{ns}
TQ3	4Aab	2Aa*	2Abc	0Ba*
TQ4	4Aab	3Aa ^{ns}	1Babc	0Ba ^{ns}
TQ5	6Abc	3Aa*	0Ba	0Ba ^{ns}

SEMENTES MORTAS (%)				
Tratamento	PAPEL		AREIA	
	0	30	0	30
TQ0	9Aa	11Ba ^{ns}	13Aa	18Ab ^{ns}
TQ1	9Ba	9Aa ^{ns}	32Ac	15Aab*
TQ2	9Ba	10Aa ^{ns}	17Aab	12Aab ^{ns}
TQ3	7Ba	11Aa*	23Aabc	9Aab*
TQ4	4Ba	5Aa ^{ns}	26Abc	10Aab*
TQ5	8Ba	10Aa ^{ns}	14Aab	8Aa ^{ns}

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para cada variável resposta.

²Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, comparando os substratos em cada período de avaliação e */^{ns} (significativo e não significativo), comparando os períodos de avaliação, ambos pelo “teste t” a 5% de probabilidade.

Segundo Gomes et al. (2016), pelo fato das doses de produtos químicos recomendadas para o tratamento de sementes serem provenientes de resultados de testes realizados em campo, em que, em condições naturais de ambiente (solo, água, temperatura), uma parte dos ingredientes ativos dos fungicidas são absorvidos pelas

sementes, adsorvidos pelas partículas de solo ou lixiviados, o que não ocorre quando os testes são realizados em laboratório.

Diante dos dados obtidos, utilizando-se dos substratos indicados pelas RAS, verificou-se a necessidade de testar os substratos alternativos propostos inicialmente (areia e vermiculita entre papel), buscando-se assim algumas respostas em relação ao teste de germinação para sementes de arroz tratadas com diferentes princípios ativos.

Através da Tabela 4, observando os dados referentes a análise de variância (ANOVA), constatou-se que ocorreu efeito significativo entre os três fatores analisados (períodos, substratos e tratamentos químicos) para todas as variáveis analisadas.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G), plântulas anormais (ANORMAIS) e sementes mortas (MORTAS) em sementes de arroz tratadas com diferentes produtos químicos em função de diferentes substratos. Pelotas, UFPel, 2021.

FATORES	GL	Quadrados médios			
		PCG	G	ANORMAIS	MORTAS
Períodos (P)	1	7166,29*	125,13*	62,20**	96,80**
Substratos (S)	3	137,42*	18,1	11,31**	3,64**
Trat. Químico (TQ)	5	1272,85*	508,32**	3,18**	5,26**
P x S	3	910,67*	171,92**	4,41**	10,62**
P x TQ	5	235,82*	72,33**	0,68**	0,76**
S x TQ	15	23,69	28,06*	0,66**	0,43**
P x S x TQ	15	62,58*	29,32*	0,33**	0,43**
RESÍDUO	144	23,7	9,55	0,13	0,16
CV	-	2,88	3,41	15,01	17,84

**Significativo a 1% de probabilidade (P<0.01); *significativo a 5% de probabilidade (P<0.05); QM = quadrado médio; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; P = períodos; S = substratos; TQ = tratamento químico.

Para a variável primeira contagem da germinação (Tabela 5), utilizando-se diferentes substratos entre papel pode-se observar para substratos (letras maiúsculas) que o substrato papel e papel + vermiculita foi significativo em todos os tratamentos químicos aplicados em relação aos demais substratos como areia e papel + areia nesse mesmo período de avaliação (0). Já no período de 30 dias após tratamento das sementes de arroz, verificou-se média abaixo de 80% no TQ0 no substrato papel, não diferindo estatisticamente de papel + areia e papel + vermiculita nesse mesmo tratamento (TQ0).

Em relação aos tratamentos químicos (letras minúsculas), é possível verificar (Tabela 5) que o TQ2 contendo o inseticida Tiometoxam apresentou as maiores médias, diferindo de alguns tratamentos dentro dos períodos e substratos testados, enfatizando assim, um menor efeito tóxico do produto nas sementes. Segundo Clavijo (2008), o

produto tiametoxam, transportado dentro da planta através de suas células, ativa várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas. Estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta, permitindo que ela enfrente melhor condições adversas, tais como estresse por falta de água, baixo pH, ataque de viroses e deficiência de nutrientes, possuindo efeito fitotônico, isto é, desenvolvimento mais rápido do vegetal expressando melhor seu vigor.

Em função dos períodos de avaliação testados (*/^{ns}), constatou-se que o período de 30 dias mostrou pelo menos três tratamentos que diferiram estatisticamente em relação ao período de avaliação 0 em todos os substratos avaliados, mostrando dessa forma que o decréscimo na porcentagem de germinação em alguns tratamentos no período 0 pode estar atribuída a possível dormência dessas sementes quando colhidas, pois essas sementes logo que colhidas apresentaram dormência, sendo utilizado o método de elevação da temperatura (estufa) para a superação, verificando que mesmo com isso, no período 0 praticamente todos os tratamentos em todos os substratos apresentaram média inferior a 80% de germinação, fato esse que não foi verificado no período de 30 dias após o tratamento químico das sementes, mostrando que o armazenamento dessas sementes tratadas em condições adequadas não afetou negativamente o vigor das mesmas.

O período de dormência das sementes de arroz é comum entre cultivares, porém as condições de armazenamento, principalmente com a elevação da temperatura, segundo Bewley & Black (1994) podem reduzi-lo, facilitando significativamente a germinação das sementes. Para Marcos Filho (2015), sementes de arroz recém colhidas tem um elevado índice de dormência, mas pelo fato de serem armazenadas e não semeadas imediatamente após a colheita a dormência não se torna um problema pela superação deste fator à medida que a semente envelhece.

Para porcentagem de germinação (Tabela 5), em relação aos substratos (letras maiúsculas) verificou-se de uma maneira geral que as médias de germinação foram superiores a 80% (padrão mínimo exigido para fins de comercialização), exceto no período 0 no TQ0 nos substratos areia e papel + areia, mostrando 70 e 74% de germinação respectivamente. Essa porcentagem de germinação mais baixa pode estar atrelada a questão desse tratamento não receber nenhum tratamento, a possível dormência e não descartando o efeito do substrato utilizado, sendo nesse caso areia em bandeja (método tradicional) e adição de areia no papel germitest. Para tratamentos químicos (letras minúsculas), de uma maneira geral o TQ2 contendo Tiametoxam também foi superior aos demais como na (PCG), apresentando as maiores médias para essa variável. Em relação

aos períodos de avaliação (*^{ns}) 30 dias após tratamento das sementes apresentou significância em relação ao período de avaliação 0 em todos os substratos, sendo para o substrato papel nos tratamentos TQ2 e TQ4, no substrato areia nos tratamentos TQ0 e TQ3, no papel + areia no TQ0 e TQ3 e para papel + vermiculita apenas o T5 mostrou efeito significativo, evidenciando mais uma vez um acréscimo de germinação no período de 30 dias após o tratamento das sementes.

Tabela 5 - Primeira contagem da germinação e germinação (%) de sementes de arroz tratadas com diferentes produtos em função de diferentes substratos. Pelotas, UFPel, 2021.

PRIMEIRA CONTAGEM DA GERMINAÇÃO (PCG %)									
TRATAMENTOS QUÍMICOS	PAPEL		AREIA		PAPEL + AREIA		PAPEL + VERMICULITA		
	0	30	0	30	0	30	0	30	
TQ0	65Ac	74Bc*	42Bc	84Aa*	56Ad	77ABb*	63Ac	81ABabc*	
TQ1	81Aab	85Aab*	71Bb	90Aa*	73ABab	83Aab ^{ns}	78ABab	88Aab*	
TQ2	87Aa	93Aa*	81Aa	92Aa ^{ns}	79Aa	91Aa*	82Aa	89Aa ^{ns}	
TQ3	76Ab	78Abc ^{ns}	64Bb	86Aa*	63Bcd	87Aab*	71ABbc	79Aabc*	
TQ4	75Ab	77Abc ^{ns}	66Bb	83Aa*	66Bbc	82Aab*	76Aab	79Abc ^{ns}	
TQ5	81Aab	81ABbc ^{ns}	63Bb	89Aa*	72Aabc	83ABab*	79ABab	75Bc ^{ns}	
GERMINAÇÃO (%)									
TRATAMENTOS QUÍMICOS	PAPEL		AREIA		PAPEL + AREIA		PAPEL + VERMICULITA		
	0	30	0	30	0	30	0	30	
TQ0	80Ac	79Bd ^{ns}	70Cb	88Aa*	74Cc	87Aa*	88Aab	85Aab ^{ns}	
TQ1	92Aa	91Aab ^{ns}	91Aa	92Aa ^{ns}	89Aab	88Aa ^{ns}	93Aa	91Aa ^{ns}	
TQ2	93Aa	95Aa*	91Aa	94Aa ^{ns}	92Aa	93Aa ^{ns}	92Aa	91Aa ^{ns}	
TQ3	85Abc	84Ccd ^{ns}	86Aa	91ABa*	84Ab	92Aa*	85Ab	85BCab ^{ns}	
TQ4	92Aab	88Abc*	90Aa	89Aa ^{ns}	88Aab	91Aa ^{ns}	91Aab	88Aab ^{ns}	
TQ5	88Bab	87ABbc ^{ns}	86ABa	92Aa ^{ns}	85Bab	87Aba ^{ns}	92Aa	84Bb*	

Na (Tabela 6), estão apresentados os dados referentes a porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas. Constatou-se que para substratos (letras maiúsculas) ocorreu efeito significativo entre os substratos utilizados, mostrando para o substrato areia no período 0 de avaliação, que não ocorreu plântulas anormais em nenhum dos tratamentos químicos testados. Esse resultado não foi evidenciado aos 30 dias após tratamento (para o mesmo substrato), mostrando médias de 6 e 9% de plântulas anormais. De uma maneira geral observou-se que todos os substratos e períodos testados (exceto substrato areia período 0) mostraram uma porcentagem relativamente expressiva de plântulas anormais, chegando a 15% aos 30 dias no substrato papel no TQ0, não diferindo estatisticamente dos substratos papel + areia e papel + vermiculita. Esse fato também (15% de plântulas anormais) pode estar atribuído as sementes estarem sem tratamento e sofrerem com ataque de algum patógeno, fazendo com que ocorresse esse acréscimo na porcentagem de plântulas anormais. Esse acréscimo de plântulas anormais em alguns tratamentos pode estar relacionado ao armazenamento pois segundo Marcos-Filho (2015) e Ferreira et al. (2016) diferentes fatores podem ocasionar a deterioração das sementes durante o armazenamento, como o teor de água das sementes, o ataque de fungos e insetos, o efeito fitotóxico dos produtos, a qualidade fisiológica inicial dos lotes, se há ou não danos no tegumento e as condições de armazenamento.

Em relação aos tratamentos químicos (letras minúsculas), verificou-se no período 0 que a testemunha (TQ0) não diferiu estatisticamente de TQ3 e TQ5 no substrato papel isolado e de TQ3, TQ4 e TQ5 no substrato papel + vermiculita no mesmo período (0), mostrando um percentual maior de plântulas anormais nesses tratamentos. Aos 30 dias pode-se observar que no substrato papel o (TQ0) também não diferiu de TQ4, em papel + areia TQ0 não diferiu de TQ1, TQ4 e TQ5 e em papel + vermiculita esse mesmo tratamento não diferiu de TQ3, TQ4 e TQ5. Verificou-se ainda que, o TQ5 nos substratos papel + areia e papel + vermiculita apresentaram 13 e 11% respectivamente de plântulas anormais, podendo esse tratamento, contendo (Imidacloprido + tiodicarbe) ter causado esse percentual relativamente mais elevado de plântulas anormais.

Para os períodos testados (*^{ms}), o período de 30 dias mostrou efeito significativo em pelo menos três tratamentos em todos os substratos testados, sendo que no substrato areia todos os tratamentos mostraram significância em relação ao período 0, acarretando um acréscimo de plântulas anormais nesse período de avaliação (30). Alguns autores como Fessel et al. (2003) relatam que tratamentos químicos aplicados em sementes

tendem, a gerar efeitos latentes, desfavoráveis ao desempenho das sementes, intensificados com o prolongamento do período de armazenamento.

Para porcentagem de sementes mortas (Tabela 6), observou-se para substratos (letras maiúsculas) que os substratos papel e papel + vermiculita no período 0, mostrou significância em relação aos outros substratos, mostrando porcentagens de sementes mortas mais baixas. Ainda foi possível verificar que no TQ0 no substrato areia 30% de sementes mortas no período 0. Verificou-se para tratamentos químicos (letras minúsculas), uma maior variação significativa ao longo dos tratamentos, sendo que no período de 30 dias no substrato papel + areia e para papel + vermiculita em ambos os períodos de avaliação não ocorreu diferença significativa ao longo dos tratamentos químicos aplicados. Já para períodos (*/^{ns}), o período de avaliação (30) foi significativo em relação ao (0) nos quatro substratos testados, evidenciando dessa forma que o armazenamento por 30 dias de sementes de arroz tratadas não foi relevante na ocorrência de sementes mortas.

Tabela 6 - Porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas (%) de sementes de arroz tratadas com diferentes produtos em função de diferentes substratos. Pelotas, UFPel, 2021.

TRATAMENTOS QUÍMICOS	PLÂNTULAS ANORMAIS (%)							
	PAPEL		AREIA		PAPEL + AREIA		PAPEL + VERMICULITA	
	0	30	0	30	0	30	0	30
TQ0	10Cc	15Bc*	0Aa	9Aa*	11Cb	13ABbc ^{ns}	4Bbc	10ABbc ^{ns}
TQ1	3BCab	7Ab*	0Aa	6Aa*	4Ca	12Bbc ^{ns}	1Bba	5Aa*
TQ2	3Bab	3Aa ^{ns}	0Aa	6Aba*	3Ba	7Ba*	3Bab	6ABab*
TQ3	7Bc	9ABb*	0Aa	6Aa*	6Ba	8ABab ^{ns}	7Bc	11Bc*
TQ4	2Ba	11Abc*	0Aa	9Aa*	4Ba	9Aabc*	4Babc	9Aabc*
TQ5	6Bbc	9ABCb*	0Aa	6Aa*	4Ba	13Bc*	3Bab	11Bc*
TRATAMENTOS QUÍMICOS	SEMENTES MORTAS (%)							
	PAPEL		AREIA		PAPEL + AREIA		PAPEL + VERMICULITA	
	0	30	0	30	0	30	0	30
TQ0	10ABb	6Bc*	30Cc	3Bb*	15Bc	0Aa*	8Aa	5Ba*
TQ1	5Aa	2ABab*	9Bab	2ABab*	7ABab	0Aa*	6ABa	4Ba ^{ns}
TQ2	4Aa	2BCab*	9Aa	0Aba ^{ns}	5Aa	0Aa*	5Aa	3Ca ^{ns}
TQ3	8Aab	7Cc ^{ns}	14Bb	3Ab*	10ABabc	0Aa*	8Aa	4BCa*
TQ4	6ABab	1Aba*	10Bab	2ABab*	8ABab	0Aa*	5Aa	3Ba*
TQ5	6Aab	4BCbc ^{ns}	14Bb	2Bab*	11Bbc	0Aa*	5Aa	5Ca ^{ns}

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, comparando substratos em cada período de avaliação, e letra minúscula na coluna, não diferem entre si entre pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²*/^{ns} (significativo e não significativo pelo “teste t” a 5% de probabilidade) comparando os períodos de avaliação, em cada tratamento químico e substrato.

Analisando os resultados obtidos no trabalho, verificou-se que a utilização dos substratos alternativos como areia e vermiculita entre papel foram eficazes, não acarretando negativamente a germinação das sementes. Dessa forma, é importante enfatizar a relevância da sequência dos estudos, buscando-se aplicar a adaptação do teste de germinação de sementes de arroz tratadas.

4 CONCLUSÕES

Os substratos indicados pelas Regras de análise de sementes são eficazes para germinação de sementes de arroz; a areia e vermiculita entre papel são adequações metodológicas que se mostram adequadas ao teste germinação em sementes de arroz tratadas; o inseticida Tiametoxam não acarretou resultados negativos para primeira contagem e para porcentagem de germinação; o armazenamento das sementes tratadas por 30 dias de certa forma fez com que as sementes expressassem melhor desempenho no teste de primeira contagem da germinação, mostrando um acréscimo na porcentagem de germinação.

REFERÊNCIAS

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. *Revista Seed News*, v. 9, n. 5, p. 22-24, 2007.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 398p.

CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A.P.; SILOTO, R.C. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. *Bragantia*, v. 63, n. 2, p. 227-237, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052004000200008>.

CLAVIJO, J. *Tiametoxam: Um nuevo concepto em vigor y productividad*. Bogotá, Colômbia, 2008.196p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Levantamentos da safra brasileira de grãos (safra 2020/21). Décimo terceiro levantamento*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso - Out 2020.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2 p. 131-139, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000200016>

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; PICCININ, G. G.; RICCI, T. T.; ORTIZ, A. H. T. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n401rc>

DOCKHORN, W. ALMEIDA.; MOREIRA, V. S.; ZIMMER, T.; ROBERTI, D. R.; MALDANER, S. Validação do modelo CERES-Rice para a cultivar IRGA 424 no Rio Grande do Sul. *Ciência e Natura*, v. 40, p. 88-92, 2018. DOI: 10.5902/2179460X30686

FERREIRA, T.F.; OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, R.A. DE; RESENDE, L.S.; LOPES, C.G.M.; FERREIRA, V. DE F. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. *Journal of Seed Science*, v. 38, n. 4, p. 278-286, 2016. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4161760>

FESSEL, S.A.; MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, R.V.; VIEIRA, R.D. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000100005>

GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M.; FERREIRA, P. I.; BATISTA, F. Substratos e temperaturas para teste de germinação em sementes de Myrtaceae. *Ciência Florestal*, v. 26, n. 4, p. 285- 293, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821120>

GUNATHILAKE, C. C.; GAMAGE, C. Effect of mechanical harvesting for germination capability of rice seeds. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, v. 20, n. p. 184-187, 2018.

LOBO JÚNIOR, M.; BRANDAO, L.T.D.; MARTINS, B.E.M. Testes para avaliação da qualidade de sementes de feijão comum. *Circular Técnica* 90, n. 1, p. 1-4, 2013.

LUDWIG, M. P.; OLIVEIRA, S. DE; AVELAR, S. A.G.; ROSA, M. P.; LUCCA FILHO, O.A.; CRIZEL, R.L. Armazenamento de sementes de soja tratadas e seu efeito no desempenho de plântulas. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 9, n. 1, p. 51-56, 2015.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>

PEREIRA, C. E.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, A. R.; EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, G. E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 1, p. 158-164, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000100020>

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

TUNES, C. D.; XAVIER, F. M.; BASILIO, V. B.; HARTWIG, I.; MENEGHELLO, G. E. Distinct levels of quality of treated soybean seeds evaluated in alternative substrates to the germination test. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 61623-61635, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-547>

XAVIER, F. M.; MARTINS, A. B. N.; GONÇALVES, V. P.; SILVA, J. B.; MENEGHELLO, G. E. Utilização de substratos alternativos na avaliação de desempenho de plântulas de arroz oriundas de sementes tratadas. In: XXII ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, Pelotas, 2020.