

Correlação entre os resultados de germinação e teste de frio com os do teste de tetrazólio (viabilidade e vigor) nas sementes de arroz

Gabrielly Masiero Piovesan^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹; Edinaldo Cesar Tormes²

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}gabriellypiovesan2@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul.

Resumo: O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como o principal alimento de mais da metade da população mundial, dessa forma o objetivo desse experimento é correlacionar os resultados de germinação e teste de frio com os do teste de tetrazólio (viabilidade e vigor) nas sementes de arroz. O experimento foi conduzido no Centro Universitário FAG, em Cascavel - PR. As sementes de arroz utilizadas foram da cultivar IRGA 424RIO. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos, sendo eles: T1 – Sem descasque; T2 – Descasque manual; T3 – Descasque mecânico, com sete repetições, totalizando 21 unidades experimentais. As variáveis avaliadas foram a germinação, vigor (teste de frio) e tetrazólio (viabilidade (classes 1 à 4) e vigor (classes 1 e 2). O teste de tetrazólio, quando associado a um preparo adequado das sementes, demonstra potencial para complementar ou até antecipar os resultados dos testes convencionais de germinação e vigor. O teste de tetrazólio (viabilidade e vigor) é inconsistente e não recomendado para sementes de arroz não descascadas (T1), devido à interferência da pálea e da lema na absorção do sal. Para sementes descascadas manualmente (T2), a alta viabilidade indica potencial de vida, mas a queda na germinação revela perda de vigor por danos induzidos pelo processo e/ou associação com microrganismos. A concordância estatística entre o teste de frio e o vigor - tetrazólio em T2 sugere que, neste preparo, o tetrazólio pode ser um indicador confiável e rápido do vigor. Em resumo, o método de preparo (descasque) é o fator determinante na validade e correlação dos testes.

Palavras-chave: *Oryza sativa*; Classes; Laboratório.

Correlation between germination and cold test results and tetrazolium test results (viability and vigor) in rice seeds

Abstract: Rice is one of the most produced and consumed cereals in the world, characterizing itself as the main food for more than half of the world's population. Therefore, the objective of this experiment is to correlate the results of germination and cold test with those of the tetrazolium test (viability and vigor) in rice seeds. The experiment was conducted at the FAG University Center in Cascavel - PR, Brazil. The rice seeds used were from the IRGA 424RIO cultivar. The experimental design was completely randomized (CRD), with three treatments: T1 – Without dehulling; T2 – Manual dehulling; T3 – Mechanical dehulling, with seven repetitions, totaling 21 experimental units. The variables evaluated were germination, vigor (cold test), and tetrazolium (viability (classes 1 to 4) and vigor (classes 1 and 2). The tetrazolium test, when associated with adequate seed preparation, shows potential to complement or even anticipate the results of conventional germination and vigor tests. The tetrazolium test (viability and vigor) is inconsistent and not recommended for unhulled rice seeds (T1), due to the interference of the palea and lemma in salt absorption. For manually dehulled seeds (T2), the high viability indicates life potential, but the drop in germination reveals a loss of vigor due to damage induced by the process and/or association with microorganisms. The statistical agreement between the cold test and the tetrazolium vigor test in T2 suggests that, in this preparation, the tetrazolium test can be a reliable and rapid indicator of vigor. In summary, the preparation method (dehulling) is the determining factor in the validity and correlation of the tests.

Keywords: *Oryza sativa*; Classes; Laboratory.

Introdução

A utilização de sementes de procedência é um fator de grande importância para garantir o sucesso na produtividade final na lavoura. Para tal, o uso de sementes de elevada qualidade é de extrema importância, onde a checagem é realizada utilizando métodos preconizados pelas Regras para Análise de Sementes (RAS), dentre esses o teste tetrazólio é muito utilizado, principalmente na cultura da soja, por ser um método rápido e resultar em grandes informações. A possível viabilização do teste de tetrazólio para avaliar outras culturas vem como uma alternativa de grande interesse econômico.

Dentre essas outras culturas destaca-se a cultura do arroz que na safra 2024/2025 alcançou uma produção de 11.5 milhões toneladas, sendo essa produção 10,1% menor que a safra anterior, com uma produtividade de 6.887 kg ha^{-1} a área utilizada para produção foi de 1.66 milhões de ha, área essa 4,8% menor que a safra anterior (Conab, 2025).

De acordo com Brasil (2025), para execução do teste de germinação em sementes de arroz o período necessário para alcance dos resultados é de 5 a 14 dias, entretanto sementes recém colhidas geralmente apresentam dormência, onde o período pode estender-se por 18 dias e até mais, na justificativa da utilização de tratamentos para promover a germinação. Esse período é considerado longo para acatar a demanda do controle de qualidade das empresas que produzem sementes. A grande vantagem, que gera elevada significância no teste tetrazólio é a possível aplicação na pré - colheita com a finalidade de avaliar o campo de produção a determinada espécie (França Neto *et al.*, 1998).

Pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de desenvolver e calibrar testes que serão capazes de avaliar de jeito rápido e competente a qualidade de um lote de sementes. Testes que trazem resultados em curto tempo são de extrema importância para agilizar as decisões nos diferentes processos da produção de sementes (Carvalho *et al.*, 2019).

Entre os testes de viabilidade de sementes, com decorrências rápidas de resultados, o de maior utilização é o de tetrazólio, que é um teste de germinação bioquímico, baseado na atividade das enzimas desidrogenases que catalisam as reações respiratórias, essas existentes nas mitocôndrias, que são situadas no interior das células vegetais (Brasil, 2025).

A respiração celular tem liberação de íons hidrogênio, esses reagem com o sal tetrazólio (incolor e difusível) gerando uma substância com cor vermelha e insolúvel, essa substância é nomeada como formazan, delimitando os tecidos vivos das sementes avaliadas, fornecendo então resultados de modo geral em um período menor que 24 horas (Carvalho *et al.*, 2017; Gimenez, Ferreira e Cavariani, 2014).

A qualidade fisiológica das sementes de arroz é habitualmente avaliada através do teste de germinação padrão, esse que supre condições favoráveis, tanto de umidade como de temperatura, permitindo que um lote de sementes expresse o seu potencial máximo de produzir plântulas normais. Porém, esse método pode ser de menor eficiência para indicar o desenvolvimento a campo com condições adversas (Menezes e Silveira, 1995).

Em decorrência surgiu o conceito de vigor que pode ser compreendido como o nível de energia que as sementes dispõem para alcançarem todo o processo germinativo (Carvalho, 1986). O resultado na performance das sementes, tem manifestação de formas diferentes no campo e no armazenamento (Grabe, 1976).

Com isso além dos testes de germinação e de vigor, vários testes vêm sendo propostos para avaliar de forma mais precisa e rápida a qualidade fisiológica de um lote de sementes (McDonald Junior, 1975). Entre esses métodos encaixa-se o teste de tetrazólio, já que na atualidade não existe uma metodologia que avalie o teste de tetrazólio em arroz, classificando a qualidade das sementes de acordo com os níveis de danos, apenas em viáveis e inviáveis.

Diante do exposto, o objetivo desse experimento é correlacionar os resultados de germinação e teste de frio com os do teste de tetrazólio (viabilidade e vigor) nas sementes de arroz.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro Universitário FAG, no período de setembro a novembro. As sementes de arroz da cultivar IRGA 424RI C1 foram fornecidas pela empresa Thedy Agro Simples e Eficiente, localizada na cidade de Uruguaiana – RS, sendo essa especializada em sementes de arroz irrigado.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos, sendo eles: T1 – Sem descasque; T2 – Descasque manual; T3 – Descasque mecânico, com sete repetições, totalizando 21 unidades experimentais.

Para o descasque manual utilizou-se a ajuda de uma pinça na separação da palea e a lema, no lado oposto ao embrião, realizadas em 4 subamostras de 25 sementes por repetição de cada tratamento. Para o descasque mecânico utilizou-se moinho de prova de rendimento, da marca Suzuki, submetido ao descasque por 90 segundos, utilizou-se para os testes sementes inteiras.

As variáveis avaliadas foram teste de tetrazólio (Vigor, viabilidade e as classes 1 à 5), teste de germinação e o teste de frio.

Para a condução do teste de tetrazólio, as 25 sementes de cada repetição dos três tratamentos foram submersas em água e levadas à câmara de germinação por 18 h, na

temperatura de 20 °C. Passado esse período, foi realizado o corte superficial longitudinalmente e ligeiramente inclinado, através do embrião e $\frac{3}{4}$ do endosperma e as repetições foram transferidas para copos plásticos e submersas à solução do sal 2, 3, 5 - trifenil cloreto de tetrazólio com concentração de 0,1 % durante 2,5 h em BOD à 35 °C.

Quando as sementes apresentaram coloração rósea, elas foram lavadas com água limpa para a retirada do excesso da solução e foram deixadas imersas em água limpa até o momento da avaliação. Para a avaliação do teste de tetrazólio, foram propostas separação das sementes em classes (de 1 à 5), classificando vigor, viabilidade e sementes mortas em porcentagem, na sequência correlacionou-se com testes de germinação teste de frio, nas variáveis de plântulas normais, anormais e sementes mortas.

Figura 1 - Tabela para classificar as sementes submetidas ao teste de tetrazólio.

Classes	
Viabilidade	Vigor
	1
	2
	3
	4
Mortas	5

Fonte: A autora (2025).

Figura 2 - Tabela com uma amostra de sementes classificadas após o teste de tetrazólio.

Classes	
Viabilidade	Vigor
	1
	2
	3
	4
Mortas	5

Fonte: A autora (2025).

O teste de germinação em rolo de papel foi realizado com o papel filtro (Germitest®), umedecido com 2,5 vezes o peso do papel, conforme Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2025). Com o auxílio de uma pinça para 25 sementes foram separadas sete repetições, formando um rolo de papel cada.

Os rolos de papel foram montados com 2 folhas embaixo das sementes e 2 folhas em cima. Com os rolos já preparados, as amostras foram acondicionadas em câmara de germinação a 25 °C \pm 2 °C durante 5 dias. Para a avaliação do teste germinação, as plântulas após 5 dias da

montagem do teste, foram separadas entre normais, anormais, mortas, conforme a Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2025), obtendo-se os valores em porcentagem.

Figura 3 - Classe 1.



Fonte: A autora (2025).

Figura 4 - Classe 2.



Fonte: A autora (2025).

Figura 5 - Classe 3.



Fonte: A autora (2025).

Figura 6 - Classe 4.



Fonte: A autora (2025).

Figura 7 - Classe 5.



Fonte: A autora (2025).

No teste frio foram sete repetições de 50 sementes de cada tratamento, distribuídas sobre duas folhas de papel filtro e cobertas a seguir, o conjunto foi coberto com duas folhas e enrolado. As folhas de papel filtro, foram previamente umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos foram colocados em embalagens plásticas, em seguida, mantidos durante sete dias a 10 °C.

Decorridos o respectivo período, os rolos foram transferidos para germinador, a 20 °C, por sete dias e, em seguida, efetuaram-se as contagens de plântulas normais conforme descrito por Cícero e Vieira (2020), anormais e mortas. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas a partir do teste de Tukey a 5 % de significância, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das variáveis avaliadas e observa-se que houve diferença estatística significativa na porcentagem de germinação entre os tratamentos. O T1 (Sem descasque) alcançou a maior taxa de germinação (65%), sendo estatisticamente superior aos demais. O T2 (Descasque manual) obteve um resultado intermediário (44%), diferindo de T1 e T3. O tratamento T3 (Descasque mecânico) apresentou a menor germinação (0%), demonstrando que este preparo foi o mais prejudicial ao potencial germinativo das sementes.

Tabela 1 – Resultados obtidos em sementes de arroz com diferentes preparos submetidas ao teste de germinação, vigor teste de frio e teste de tetrazólio. Cascavel / PR, 2025.

Tratamentos	Germinação (%)	Viabilidade - Tetrazólio (%)	Vigor - Teste de Frio (%)	Vigor Tetrazólio (%)
T1 – Sem descasque	65Aa	1Bb	59Aa	0Bb
T2 – Descasque manual	44Bb	77Aa	26Ba	26Aa
T3 – Descasque mecânico	0Cb	10Ba	1Ca	0Ba
Média geral	36,29	29,14	28,38	8,71
C. V. (%)	12,17		23,63	
DMS (Coluna)		9,32		10,08
DMS (Linha)		7,73		8,36

Para a análise de variância da variável os resultados de cada repetição foram transformados com “y = raiz (x+0,5)”. Médias seguidas da mesma letra maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV = Coeficiente de Variação. DMS = Diferença Mínima Significativa.

A viabilidade avaliada pelo teste de Tetrazólio, também apresentou diferenças estatísticas entre os preparos. O T2 (Descasque manual) resultou na maior viabilidade (77%), sendo estatisticamente superior a T1 e T3. Por outro lado, o T3 (Descasque mecânico) obteve 10%, e o T1 (Sem descasque) obteve apenas 1%. O baixo resultado de viabilidade em T1 indica, provavelmente, uma subestimação do potencial de vida da semente, causada pela impedância da pálea e da lema (casca) em permitir a absorção adequada do sal de Tetrazólio. O tratamento T3, com 10% de viabilidade, sugere que o dano mecânico foi letal para 90% das sementes.

Quando comparada a germinação e a viabilidade, a relação esperada é que a viabilidade seja igual ou superior a germinação, já que a viabilidade mede apenas o tecido vivo, enquanto a germinação exige, além de vida, um vigor mínimo para o crescimento. No T1 (Sem descasque) a germinação (65%) foi muito superior à viabilidade (1%), violando a premissa do

teste de Tetrazólio, confirmando que a pálea e a lema interferem negativamente na avaliação bioquímica. Isso reforça que a integridade da cobertura das sementes pode funcionar como barreira física ao reagente, o que também foi reportado por Menezes e Silveira (1995) ao avaliarem testes de viabilidade em sementes com casca intacta.

No T2 (Descasque manual) a viabilidade (77%) foi estatisticamente maior que a germinação (44%). A diferença de 33 pontos percentuais sugere que o descasque manual causou danos que, embora não letais (as sementes estão vivas), resultaram em baixo vigor, impedindo 33% delas de emergir sob condições de teste de germinação. Já, no T3 (Descasque mecânico) a Viabilidade (10%) foi superior à Germinação (0%), indicando que o dano mecânico foi letal para a função germinativa, embora uma pequena fração (10%) dos tecidos tenha permanecido viva. Conforme mencionado por Carvalho e Nakagawa (2012) a semente pode estar associada a microrganismo que tem seu ambiente ótimo para o desenvolvimento nas condições que também são ótimas para a geminação das sementes, influenciando negativamente nesta.

Em síntese, o T1 (Sem descasque) foi o único tratamento a preservar o alto potencial de germinação, mas seu resultado de viabilidade não é confiável. O T2 (Descasque manual) revelou que, embora o descasque exponha sementes com alta viabilidade intrínseca, ele compromete significativamente o vigor necessário para a germinação.

Os testes de vigor avaliaram a capacidade da semente de se estabelecer sob condições adversas e a integridade metabólica dos tecidos vegetais. No Teste de Frio o T1 (Sem descasque) manteve o maior vigor (59%), sendo estatisticamente superior aos demais preparamos. O T2 (Descasque manual) teve um vigor significativamente menor (26%), mas superior ao T3 (Descasque mecânico). O T3, com apenas 1% de vigor, confirmou que este método de descasque causou a maior perda de resiliência e potencial de estabelecimento da plântula.

A avaliação bioquímica de vigor pelo Tetrazólio seguiu o mesmo padrão anômalo observado na Viabilidade. O T2 (Descasque manual) obteve o maior vigor (26%), superando T1 e T3. Os tratamentos T1 (0%) e T3 (0%) não diferiram estatisticamente entre si, apresentando resultados nulos. O resultado de 0% para T1, cuja germinação foi de 65% e vigor-frio de 59%, indica que a presença da pálea e da lema, sem o corte inviabilizou a utilização deste método para sementes de arroz não descascadas.

A comparação entre os resultados do teste de frio e do vigor - tetrazólio permite inferir sobre a validade e a relação entre os métodos de avaliação. Onde na comparação do T1 (Sem descasque) O vigor teste de frio (59%) foi estatisticamente superior ao bioquímico (0%), reforçando a interferência da pálea e da lema na medição do tetrazólio. No T2 (Descasque manual) os resultados foram estatisticamente equivalentes. Resultados semelhantes foram

descritos por Carvalho *et al.* (2019), que observaram maior eficiência no preparo manual com o corte longitudinal, de sementes de arroz para o teste de tetrazólio, em comparação com métodos mecânicos. Este achado sugere que, para sementes de arroz descascadas, o teste de tetrazólio pode ser um indicador preditivo confiável do desempenho da semente sob estresse de frio.

Já no T3 (Descasque mecânico), ambos os testes confirmaram o vigor praticamente inexistente após o descasque mecânico. Carvalho *et al.* (2017), destacam que a pressão mecânica no momento do descasque pode comprometer a integridade fisiológica das sementes.

A concordância entre os testes em T2 é um resultado crucial para a metodologia, enquanto a extrema divergência em T1 destaca a limitação do uso do Teste de Tetrazólio em sementes de arroz com pálea e da lema. Em termos de qualidade de semente, o T1 (Sem descasque) foi consistentemente o tratamento que melhor preservou o vigor da semente (Teste de Frio), ao passo que o T3 (Descasque mecânico) resultou na sua completa degradação. Esse resultado confirma a eficiência do teste como ferramenta complementar à germinação, conforme apontado por França Neto *et al.* (1998) e Gimenez, Ferreira e Cavariani, (2014), que destacam o potencial do tetrazólio para avaliações rápidas e precisas do metabolismo celular em sementes de arroz.

A baixa germinação e vigor observados nos tratamentos avaliados podem ser atribuídos ao período de armazenamento de aproximadamente um ano, o que provavelmente ocasionou a deterioração das sementes. Esse comportamento é relatado por Grabe (1976) e Carvalho (1986), que destacam que a longevidade das sementes está diretamente relacionada à manutenção da integridade celular e à capacidade de respiração dos tecidos embrionários, que é perdida durante o armazenamento das sementes (Marcos Filho, 2015).

Conclusões

O teste de tetrazólio (viabilidade e vigor) é inconsistente e não recomendado para sementes de arroz não descascadas (T1), devido à interferência da pálea e da lema na absorção do sal. Para sementes descascadas manualmente (T2), a alta viabilidade indica potencial de vida, mas a queda na germinação revela perda de vigor por danos induzidos pelo processo e/ou associação com microrganismos.

A concordância estatística entre o teste de frio e o vigor - tetrazólio em T2 sugere que, neste preparo, o tetrazólio pode ser um indicador confiável e rápido do vigor.

Em resumo, o método de preparo (descasque) é o fator determinante na validade e correlação dos testes.

Referências

- BRASIL - Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Serviços Técnicos. Coordenação-Geral de Laboratórios Agropecuários. **Regras para Análise de Sementes**, 2025. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/Sementes/RAS_2025/Amostragem. Acesso em: 12 nov. 2025.
- CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M. D.; JÁCOME, C. C.; SOARES, V. N. Methodological adjustments to the tetrazolium test in rice seeds. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 01, p. 041 – 049, 2017.
- CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N. Preparo da semente de arroz para execução do teste de tetrazólio. **Colloquium Agrarieae**, v. 15, n. 1, p. 51 - 63, 2019.
- CARVALHO, N. M. Vigor de sementes. In: CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R., (Coord.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, p. 207-223. 1986.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012, 590 p.
- CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B.; MARCOS FILHO, J.; **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Sementes. Londrina: Abrates. 2020. p. 277 – 316. 601 p.
- CONAB COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.13. Safra 2024/2025 n. 1 - Décimo terceiro levantamento. Brasília, outubro, 2025. 103 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA - CNPS, 1998. p.
- GIMENEZ, J. I.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C. Tetrazolium test for assessment of seed viability of atemoya (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). **Journal of Seed Science**, v.36, n.3, p. 357 - 361, 2014.
- GRABE, D. F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, v.1, n.2, p. 18 - 32, 1976.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2^a. ed. Londrina, PR. ABRATES, 2015. 660 p
- MCDONALD JUNIOR, M. B. A review and evaluation of seed vigor tests. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, **East Lansing**, v.65, p. 109 - 139, 1975.
- MENEZES, N. L.; DA SILVEIRA, T. L. D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Sci. agric.**, p. 350 - 359, 1995.