

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA
CURSO DE AGRONOMIA

LUCÉLIA MARIA SANTOS DA SILVA

**OTIMIZAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO EM ARROZ PARA
FENOTIPAGEM DE PRECISÃO E DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA QUALIDADE
E DESEMPENHO PÓS-COLHEITA**

Maceió – AL

2026

LUCÉLIA MARIA SANTOS DA SILVA

**OTIMIZAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO EM ARROZ PARA
FENOTIPAGEM DE PRECISÃO E DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA QUALIDADE
E DESEMPENHO PÓS-COLHEITA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronomia, do Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias – CECA, da Universidade
Federal de Alagoas – UFAL, como requisito
para a obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior

Maceió – AL

2026

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Stefano João dos Santos

S586o Silva, Lucélia Maria Santos da

Otimização do teste de tetrazólio em arroz para fenotipagem de precisão e diagnóstico rápido da qualidade e desempenho pós-colheita. – Rio Largo - Al, 2026.

27 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) Universidade Federal de Alagoas, Campus Ceca – Rio largo, 2026.

Orientador: Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior

1 teste de tetrazólio; vigor de sementes; arroz.

CDU: 631.531

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCÉLIA MARIA SANTOS DA SILVA

OTIMIZAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO EM ARROZ PARA FENOTIPAGEM DE PRECISÃO E DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA QUALIDADE E DESEMPENHO PÓS-COLHEITA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronomia, do Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias – CECA, da Universidade
Federal de Alagoas – UFAL, e aprovada em
29 de maio de 2026.

Documento assinado digitalmente
 JOAO LUCIANO DE ANDRADE MELO JUNIOR
Data: 08/06/2026 20:06:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior – UFAL (Orientador)

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 LUAN DANILO FERREIRA DE ANDRADE MELO
Data: 09/06/2026 11:41:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo – UFAL (Examinador interno)

Documento assinado digitalmente
 KEVEN WILLIAN SARMENTO GALDINO DA SILVA
Data: 09/06/2026 04:29:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutorando Keven Willian Sarmento Galdino da Silva – UFAL (Examinador interno)

Maceió - AL

Maio-2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e à intercessão de Nossa Senhora, por sempre me dar forças para não desistir e por iluminar meu caminho durante toda esta jornada acadêmica.

À minha mãe, Ledinha dos Santos Silva, meu mais profundo agradecimento. Obrigada por ser mãe e pai, e pelo incentivo, que foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu esposo, Aladel Lira do Nascimento Junior, agradeço pelo companheirismo, pela parceria e pelas palavras de motivação ao longo desta trajetória. Sua presença foi sempre um apoio importante em todos os momentos.

Agradeço a todos os meus colegas de turma que estiveram comigo ao longo da minha formação. Em especial, expresso minha mais profunda gratidão aos meus amigos Danilo Nascimento Santos, José Affonso Batinga de Melo e Deborah Lopes Palmeira. Cada um de vocês teve um papel importante nesta jornada, seja pelo apoio, pela compreensão ou pelas palavras de incentivo.

Aos meus amigos Madson Duarte, João Almeida, Áquila Melo, Andreson da Silva Alves e Alice Maria da Silva Santos, bem como a tantos outros que estiveram comigo nos bons e maus momentos da vida acadêmica, minha eterna gratidão pelas risadas, pelo apoio e pelo companheirismo. Cada um de vocês fez parte desta conquista.

Aos professores, em especial ao professor João Luciano de Andrade Melo Junior, meu sincero agradecimento por todo o conhecimento compartilhado, pela dedicação ao ensino e por contribuir de forma tão significativa para a minha formação pessoal e profissional.

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta etapa tão importante da minha vida, o meu muito obrigado.

RESUMO

A avaliação rápida e precisa da qualidade fisiológica de sementes é essencial para programas de produção e controle de qualidade em arroz. Neste estudo, avaliou-se a eficiência do teste de tetrazólio na determinação da viabilidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) da cultivar BRS A502, visando estabelecer uma metodologia otimizada para a espécie. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, utilizando duas concentrações de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio (0,05% e 0,075%) e três períodos de coloração (1,5; 2,5 e 3,5 h), além do teste padrão de germinação como testemunha. As sementes foram previamente hidratadas por 16 h e avaliadas quanto à viabilidade após coloração. Os resultados demonstraram elevada concordância entre o teste de tetrazólio e o teste de germinação, com viabilidade próxima a 99% na maioria dos tratamentos. A combinação de 0,075% de tetrazólio por 1,5 h proporcionou melhor definição dos tecidos embrionários e maior eficiência na distinção entre sementes viáveis e não viáveis. O teste de tetrazólio mostrou-se uma ferramenta rápida, confiável e eficiente para avaliação da viabilidade de sementes de arroz da cultivar BRS A502, constituindo alternativa promissora para a caracterização fisiológica de lotes e suporte à tomada de decisão em programas de qualidade de sementes.

Palavras-chave: teste de tetrazólio; vigor de sementes; arroz.

ABSTRACT

The rapid and accurate assessment of seed physiological quality is essential for rice production and seed quality control programs. This study evaluated the efficiency of the tetrazolium test in determining the viability of rice seeds (*Oryza sativa* L.) cv. BRS A502, aiming to establish an optimized methodology for the species. The experiment was conducted in a completely randomized design using a $2 \times 3 + 1$ factorial scheme, with two concentrations of 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride (0.05% and 0.075%) and three staining periods (1.5, 2.5, and 3.5 h), in addition to the standard germination test as control. Seeds were previously hydrated for 16 h and subsequently evaluated for viability after staining. The results showed high agreement between the tetrazolium and germination tests, with viability close to 99% in most treatments. The combination of 0.075% tetrazolium solution for 1.5 h provided better definition of embryonic tissues and greater efficiency in distinguishing viable from non-viable seeds. The tetrazolium test proved to be a rapid, reliable, and efficient tool for assessing the viability of rice seeds cv. BRS A502, representing a promising alternative for physiological characterization of seed lots and decision-making in seed quality programs.

Keywords: tetrazolium test; seed vigor; rice.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Viabilidade de sementes de arroz determinada pelo teste de tetrazólio em função de concentrações (C) e períodos de coloração (P), com comparação ao teste padrão de germinação (testemunha)	20
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação de sementes de arroz em viáveis e não viáveis por meio do teste de tetrazólio, conforme a metodologia adotada.....	22
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Qualidade fisiológica de sementes	12
2.2. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica das sementes	12
2.3. Teste de tetrazólio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes.....	14
2.4. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de arroz.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1. Local experimental e material vegetal	18
2.2. Delineamento experimental.....	18
2.3. Procedimento do teste de tetrazólio	18
2.4. Teste de germinação	18
2.5. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	24
6. REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica das sementes é um fator crítico para o estabelecimento de culturas homogêneas e produtivas, sendo definida por atributos como germinação, vigor e longevidade. Esses parâmetros são fortemente influenciados por fatores ambientais e práticas de manejo durante a maturação e colheita, embora características genéticas também possam influenciar o desempenho das sementes e o vigor entre cultivares (Embrapa, 2013). A sanidade das sementes desempenha papel determinante na manutenção da qualidade fisiológica, já que a presença de patógenos ou pragas pode comprometer a germinação e o crescimento inicial das plântulas (Franco et al., 2011).

Testes tradicionais de germinação são amplamente utilizados na certificação de sementes, mas apresentam limitações na diferenciação de lotes com qualidade semelhante e na previsão do desempenho em campo. Nesse contexto, o vigor das sementes tem se destacado como indicador mais sensível, refletindo a velocidade e a uniformidade de emergência das plântulas (Krzyzanowski e França Neto, 1999). Diversos métodos complementares de avaliação de vigor, como envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e teste de frio, têm sido empregados para detectar variações sutis na qualidade fisiológica (Marcos Filho et al., 2015).

O teste de tetrazólio apresenta-se como uma ferramenta eficiente para avaliar simultaneamente viabilidade e vigor, baseado na redução de sais de tetrazólio por enzimas desidrogenases em tecidos metabolicamente ativos. Ajustes na hidratação, temperatura e preparo das sementes são fundamentais para garantir resultados precisos e reprodutíveis (Moore, 1977; Carvalho et al., 2013). No arroz (*Oryza sativa* L.), métodos convencionais podem demandar períodos relativamente longos para avaliação completa da germinação, enquanto o teste de tetrazólio permite análises rápidas, inclusive na fase de pré-colheita, fornecendo informações confiáveis para decisões sobre manejo e pós-colheita (França Neto et al., 2015; Carvalho et al., 2013). Apesar da padronização, desafios relacionados à absorção de água e visualização do embrião ainda persistem, reforçando a necessidade de otimização contínua dos protocolos.

O desenvolvimento e aprimoramento de métodos rápidos e confiáveis, como o teste de tetrazólio, é essencial para a avaliação precisa da qualidade fisiológica de sementes de arroz, contribuindo para a produção de lavouras mais vigorosas, uniformes e produtivas.

Diante da importância do teste de tetrazólio para a avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de arroz, este estudo avaliou duas abordagens, sendo a primeira a

comparação entre o procedimento oficial e uma metodologia com remoção prévia da pálea e da lema, e a segunda a avaliação de diferentes concentrações da solução de tetrazólio associadas a períodos de hidratação e coloração, cujos resultados foram correlacionados com variáveis fisiológicas para verificar sua relação com o vigor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Qualidade fisiológica de sementes

A qualidade fisiológica das sementes é geralmente expressa por atributos como germinação, vigor e longevidade durante o armazenamento. Esses parâmetros refletem a capacidade da semente de originar plântulas normais e estabelecer populações adequadas no campo. De modo geral, tais características são fortemente influenciadas pelas condições de manejo adotadas durante o ciclo da cultura, bem como pelos fatores ambientais predominantes no período de maturação e colheita. Embora os fatores genéticos também exerçam influência sobre a qualidade fisiológica, sua contribuição tende a ser menor quando comparada aos efeitos das condições ambientais e de manejo, ainda que diferenças de vigor possam ser observadas entre cultivares (Embrapa, 2013).

Outro aspecto relevante para a manutenção da qualidade das sementes refere-se ao seu estado sanitário. A presença de patógenos ou a infestação por insetos-praga pode comprometer o desempenho fisiológico das sementes, reduzindo sua capacidade de germinação e estabelecimento inicial das plântulas. Tradicionalmente, a avaliação da qualidade de lotes de sementes baseia-se em testes de germinação e na determinação da pureza física, parâmetros oficialmente adotados em programas de certificação e controle de qualidade. Entretanto, esses indicadores nem sempre refletem com precisão o potencial real de emergência das sementes sob condições de campo, onde fatores ambientais adversos podem limitar a expressão do potencial germinativo (Franco et al., 2011).

Nesse contexto, o vigor das sementes tem sido considerado um dos atributos mais importantes para estimar o desempenho fisiológico em condições variáveis de ambiente. O vigor está diretamente relacionado à velocidade e à uniformidade de emergência das plântulas, características fundamentais para o estabelecimento inicial da cultura e para a obtenção de lavouras mais homogêneas. Assim, os testes de vigor são amplamente utilizados com o objetivo de identificar diferenças na qualidade fisiológica entre lotes de sementes que não são detectadas pelo teste de germinação, fornecendo estimativas mais confiáveis do desempenho das sementes em campo (Krzyzanowski; França Neto, 1999).

2.2. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica das sementes

Desde o final do século XIX, diferentes métodos rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes têm sido desenvolvidos, acompanhando a crescente demanda da indústria sementeira por informações confiáveis e obtidas em curto prazo

para subsidiar decisões nos programas de controle de qualidade (França Neto et al., 2015). Esses métodos têm como finalidade estimar o desempenho fisiológico das sementes tanto em condições ambientais favoráveis quanto sob situações de estresse, permitindo melhor previsão do comportamento dos lotes durante o estabelecimento da cultura.

O teste de germinação é tradicionalmente utilizado para avaliar a capacidade das sementes de produzir plântulas normais quando submetidas a condições ideais de temperatura, umidade e substrato. Apesar de sua ampla adoção em laboratórios de análise de sementes e de seu papel fundamental na certificação de lotes, esse teste apresenta limitações quanto à diferenciação de níveis de qualidade entre lotes com germinação semelhante e quanto à sua correlação com a emergência das plântulas em campo. Dessa forma, torna-se necessária a utilização de testes complementares capazes de detectar variações mais sutis na qualidade fisiológica das sementes (Larré et al., 2007; Araújo et al., 2017).

Nesse contexto, os testes de vigor têm sido amplamente empregados para fornecer informações adicionais sobre o potencial fisiológico das sementes. Entre eles, o teste de tetrazólio destaca-se pela rapidez, confiabilidade e capacidade de avaliar simultaneamente a viabilidade e o vigor. Esse método baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases associadas ao processo respiratório celular, nas quais a redução do sal de tetrazólio resulta na formação de compostos de coloração vermelha nos tecidos metabolicamente ativos, permitindo a distinção entre tecidos viáveis e inviáveis (Sousa et al., 2017).

Além do teste de tetrazólio, outros métodos de avaliação do vigor incluem o envelhecimento acelerado, a deterioração controlada, a condutividade elétrica, o teste de frio, a avaliação da respiração e a mensuração do comprimento de plântulas. Esses testes baseiam-se na simulação de condições de estresse ou na mensuração de processos fisiológicos associados ao desempenho das sementes, possibilitando a identificação de diferenças na qualidade entre lotes. A escolha do método mais adequado depende da espécie avaliada, do objetivo da análise e das condições laboratoriais disponíveis (Marcos Filho et al., 2015; Vieira et al., 2002).

2.3. Teste de tetrazólio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade metabólica dos tecidos vivos das sementes, particularmente na ação das enzimas desidrogenases envolvidas no processo respiratório celular. Entre essas enzimas, destaca-se a desidrogenase do ácido málico,

responsável por catalisar reações de oxirredução associadas à transferência de íons hidrogênio durante o metabolismo respiratório. No contexto do teste, esses íons são transferidos para o sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, promovendo sua redução nos tecidos metabolicamente ativos e originando o composto vermelho, estável e insolúvel denominado trifênilformazan, cuja formação indica a presença de atividade respiratória mitocondrial nos tecidos analisados (Moore, 1977; Carvalho et al., 2013).

Quando as sementes são submetidas à solução de tetrazólio, o reagente difunde-se pelos tecidos e reage apenas em células metabolicamente ativas, permitindo a distinção entre tecidos viáveis e inviáveis. A interpretação do teste baseia-se principalmente na intensidade, uniformidade e localização da coloração vermelha nos tecidos da semente. Tecidos uniformemente corados indicam elevada atividade metabólica e boa viabilidade, enquanto regiões não coradas ou com coloração irregular podem evidenciar danos fisiológicos, lesões mecânicas ou processos avançados de deterioração. A análise desses padrões permite delimitar com precisão as áreas viáveis do embrião e inferir não apenas a viabilidade, mas também o vigor das sementes (Carvalho et al., 2013).

Para a adequada condução do teste, a etapa de hidratação das sementes desempenha papel fundamental. A embebição promove o amolecimento dos tecidos, facilitando o preparo das sementes e a penetração da solução de tetrazólio, além de ativar o sistema enzimático associado ao metabolismo respiratório, resultando em coloração mais nítida e uniforme. Sementes previamente umedecidas apresentam menor suscetibilidade a danos mecânicos durante o preparo do teste e permitem cortes ou perfurações mais precisas para exposição do embrião ao reagente (Moore, 1977; Carvalho et al., 2013).

De acordo com as Regras para Análise de Sementes, o processo de absorção de água pode ocorrer de forma lenta ou rápida, dependendo das características das sementes e de sua condição fisiológica (Brasil, 2009). A absorção lenta é recomendada para sementes com maior suscetibilidade ao rompimento quando imersas diretamente em água ou para sementes envelhecidas e excessivamente secas, sendo realizada sobre ou entre folhas de papel previamente umedecidas. Por outro lado, a absorção rápida consiste na imersão direta das sementes em água até completa hidratação, sendo indicada para lotes menos sensíveis a danos por embebição.

A temperatura utilizada durante o pré-condicionamento também pode influenciar significativamente a duração do teste, uma vez que temperaturas mais elevadas aumentam a velocidade de embebição e a atividade metabólica das sementes, reduzindo o tempo

necessário para sua execução (Costa et al., 1998). Diversos estudos relatam a otimização dessa etapa para diferentes espécies, como sementes de soja, braquiária e tomate, nas quais a elevação da temperatura permitiu reduzir significativamente o período de hidratação originalmente recomendado (Costa e Marcos Filho, 1994; Novembre et al., 2006; Costa et al., 2007; Santos et al., 2007). Além disso, o teor de água atingido pelas sementes após a hidratação pode ser utilizado como parâmetro de padronização das condições do teste, contribuindo para maior precisão na avaliação da viabilidade e do vigor (Andrade et al., 1996; Dias et al., 2001).

2.4. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de arroz

O teste de germinação de sementes de arroz requer, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS), um período mínimo de 14 dias para a obtenção dos resultados (Brasil, 2009). Entretanto, devido à ocorrência frequente de dormência em sementes recém-colhidas, esse período pode se estender para até 18 dias ou mais, em razão da necessidade de aplicação de tratamentos específicos para sua superação (Menezes et al., 2009). Tal duração é considerada elevada para atender às demandas de programas de controle de qualidade de empresas produtoras de sementes, que necessitam de métodos rápidos e confiáveis para subsidiar decisões (Carvalho et al., 2013).

Nesse contexto, o teste de tetrazólio se apresenta como uma alternativa eficiente, permitindo a avaliação rápida da viabilidade e do vigor dos lotes de sementes. Além disso, pode ser aplicado ainda na fase de pré-colheita, contribuindo para a definição do destino dos campos de produção e auxiliando na programação das etapas subsequentes da produção (França Neto et al., 2015).

O princípio do teste baseia-se na atividade respiratória dos tecidos vivos. As enzimas desidrogenases das células viáveis promovem a redução do sal de tetrazólio, formando coloração vermelha intensa nas estruturas metabolicamente ativas do embrião e, em alguns casos, do endosperma. Tecidos mortos ou severamente deteriorados não apresentam coloração, permitindo a distinção entre sementes viáveis e inviáveis e possibilitando estimativas do vigor dos lotes (Brasil, 2009; Carvalho et al., 2013).

Segundo as RAS, o preparo das sementes para o teste pode envolver pré-umedecimento entre papel por 16 a 18 horas a 25–30 °C ou imersão direta em água por cerca de 18 horas a 20 °C, seguido de corte longitudinal atravessando metade do embrião e três quartos do endosperma e posterior imersão em solução de tetrazólio a concentrações entre 0,1 e 1,0% por duas a quatro horas a 30–35 °C (Brasil, 2009). Apesar da

padronização, a presença da pálea e do lema pode dificultar a absorção de água e a execução do corte, prejudicando a uniformidade do preparo e a interpretação dos resultados (Brasil, 2009). Ajustes metodológicos, como a remoção dessas estruturas e a adequação do tipo de corte, têm se mostrado eficazes para facilitar a visualização do embrião e aumentar a precisão e a consistência dos resultados (Carvalho et al., 2019).

Apesar dos avanços obtidos com o teste de tetrazólio, há necessidade contínua de desenvolvimento de novos métodos que aumentem sua eficiência e confiabilidade. A diversidade de espécies, condições de colheita e variações fisiológicas entre lotes exigem protocolos aprimorados que possam reduzir o tempo de execução, minimizar erros e fornecer estimativas mais precisas de viabilidade e vigor. Assim, pesquisas futuras voltadas à inovação metodológica são fundamentais para consolidar o teste de tetrazólio como ferramenta rápida e robusta de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de arroz.

3. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local experimental e material vegetal

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA), localizado no município de Rio Largo, Brasil. Foram utilizadas sementes de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.), cultivar BRS A502, provenientes da EMBRAPA.

2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, composto por duas concentrações de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio (0,05% e 0,075%) e três períodos de coloração (1,5; 2,5 e 3,5 h), acrescido de uma testemunha. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, totalizando 1.400 sementes distribuídas em 28 unidades experimentais.

2.3. Procedimento do teste de tetrazólio

Previamente à coloração, as sementes foram submetidas ao pré-condicionamento por 16 h a 25 °C, em condições semelhantes às do teste de germinação, visando uniformizar o teor de água e favorecer a absorção da solução de tetrazólio. Em seguida, realizou-se uma perfuração no terço superior das sementes, em região oposta ao eixo embrionário, para facilitar a penetração da solução.

As sementes foram imersas nas soluções de tetrazólio nas concentrações estabelecidas e submetidas aos períodos de coloração de 1,5; 2,5 e 3,5 h, em câmara do tipo B.O.D., a 40 °C e na ausência de luz. Ao final do período, as sementes foram avaliadas individualmente quanto à coloração, integridade e consistência dos tecidos, bem como quanto à presença, localização e extensão de danos nas estruturas essenciais, conforme critérios descritos na literatura (Masullo et al., 2017). A viabilidade foi expressa em porcentagem de sementes viáveis. Posteriormente, as amostras foram digitalizadas em scanner de mesa, com armazenamento das imagens em formato JPG.

2.4. Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido paralelamente, sendo utilizado como referência para validação dos resultados do teste de tetrazólio. As sementes foram desinfestadas com álcool 70%, lavadas em água destilada e tiveram o excesso de umidade

removido com papel toalha. Em seguida, foram distribuídas de forma equidistante sobre papel Germitest®, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco.

Os rolos foram acondicionados em câmara de germinação do tipo B.O.D., a 25 °C, conforme recomendações oficiais. As avaliações foram realizadas diariamente, com primeira contagem no quinto dia e contagem final aos 14 dias após a semeadura. Foram consideradas germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com estruturas essenciais plenamente desenvolvidas.

2.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, os tratamentos foram comparados à testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no software R utilizando o pacote Tratamento.ad (Azevedo, 2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstraram que o teste de tetrazólio, nas concentrações de 0,05% e 0,075% e nos diferentes períodos de coloração avaliados, proporcionou valores de viabilidade próximos aos observados no teste padrão de germinação (99%), sem diferenças significativas em relação à testemunha na maioria dos tratamentos. Essa elevada concordância entre os métodos evidencia a eficiência do teste de tetrazólio na estimativa da viabilidade de sementes de arroz, indicando que as sementes avaliadas apresentavam elevado potencial fisiológico e, consequentemente, capacidade de originar plântulas vigorosas e com adequado estabelecimento inicial no campo. Esse aspecto possui grande relevância agronômica, uma vez que a utilização de sementes viáveis e fisiologicamente ativas está diretamente relacionada à formação de estandes uniformes e ao adequado desenvolvimento da cultura.

Tabela 1. Viabilidade de sementes de arroz determinada pelo teste de tetrazólio em função de concentrações (C) e períodos de coloração (P), com comparação ao teste padrão de germinação (testemunha).

Concentrações (C)	Períodos de coloração (P)		
	1,5 h	2,5 h	3,5 h
0,05%	81*	89ns	85ns
0,075%	95ns	99ns	94ns
Testemunha	99		
Fc	pValor		
FatorC	0,00		
FatorP	0,30		
CxP	0,79		
Test_Vs_Comuns	0,05		
CV%	8,48		

Teste de Dunnett comparando a testemunha (teste de germinação) com os tratamentos C × P (C: concentrações de tetrazólio; P: períodos de coloração). ‘ns’ indica ausência de diferença significativa em relação à testemunha, evidenciando equivalência ao teste padrão.

A eficiência do teste observada neste estudo está em consonância com resultados amplamente descritos na literatura, nos quais o teste de tetrazólio apresenta alta correlação com o teste de germinação, sendo considerado um método confiável para avaliação da qualidade fisiológica de sementes (França Neto; Krzyzanowski; Costa, 1998; Brasil,

2009). A confiabilidade do método está associada ao seu princípio bioquímico, baseado na atividade respiratória dos tecidos vivos, permitindo distinguir rapidamente sementes viáveis das inviáveis por meio da coloração dos tecidos embrionários. Além de reduzir o tempo necessário para obtenção dos resultados, o teste possibilita decisões mais rápidas quanto ao uso de lotes comerciais, favorecendo o planejamento da semeadura e reduzindo riscos relacionados ao estabelecimento inadequado da lavoura.

Os resultados também reforçam a importância do ajuste adequado das condições metodológicas para garantir interpretações precisas. Segundo França Neto, Krzyzanowski e Costa (1998), fatores como concentração da solução e período de coloração influenciam diretamente a intensidade e a uniformidade da coloração dos tecidos, podendo comprometer a diferenciação entre estruturas viáveis e deterioradas quando utilizados de forma inadequada. No presente estudo, a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos indica que as combinações avaliadas foram suficientes para promover coloração adequada dos tecidos embrionários, permitindo a identificação eficiente da viabilidade das sementes de arroz.

Para a cultura do arroz, concentrações entre 0,05% e 0,1% associadas a períodos de coloração variando de duas a quatro horas têm sido consideradas adequadas para avaliações consistentes da viabilidade (Marcos-Filho, 2015). Os resultados obtidos corroboram essas recomendações, uma vez que tanto a concentração de 0,05% quanto a de 0,075% apresentaram desempenho semelhante ao teste de germinação, independentemente do período de coloração utilizado. Agronomicamente, esse resultado demonstra que diferentes combinações metodológicas podem ser empregadas sem comprometer a confiabilidade da análise, proporcionando maior flexibilidade operacional aos laboratórios de análise de sementes e maior agilidade na tomada de decisão sobre a qualidade dos lotes.

Estudos conduzidos com outras espécies agrícolas também reforçam a eficiência do teste de tetrazólio sob diferentes condições metodológicas. Em sementes de forrageiras e oleaginosas, concentrações próximas a 0,075% associadas a períodos de coloração entre duas e três horas proporcionaram resultados consistentes e comparáveis aos obtidos no teste de germinação (Marcos-Filho, 2015; Brasil, 2009). Dessa forma, os resultados deste trabalho confirmam a aplicabilidade do teste de tetrazólio para sementes de arroz, evidenciando que o método constitui uma alternativa rápida, eficiente e confiável para determinação da viabilidade. Além de otimizar o processo de avaliação da qualidade fisiológica, sua utilização contribui para a seleção de lotes com maior potencial de

estabelecimento no campo, fator essencial para obtenção de lavouras mais uniformes e produtivas.

Após a definição da metodologia mais adequada para condução do teste de tetrazólio em sementes de arroz da cultivar BRS A502, estabelecida pela imersão em solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio a 0,075% durante 1,5 h, o procedimento foi aplicado a diferentes lotes com o objetivo de caracterizar a viabilidade das sementes. A interpretação dos padrões de coloração permitiu distinguir sementes viáveis e não viáveis, conforme ilustrado na Figura 1.

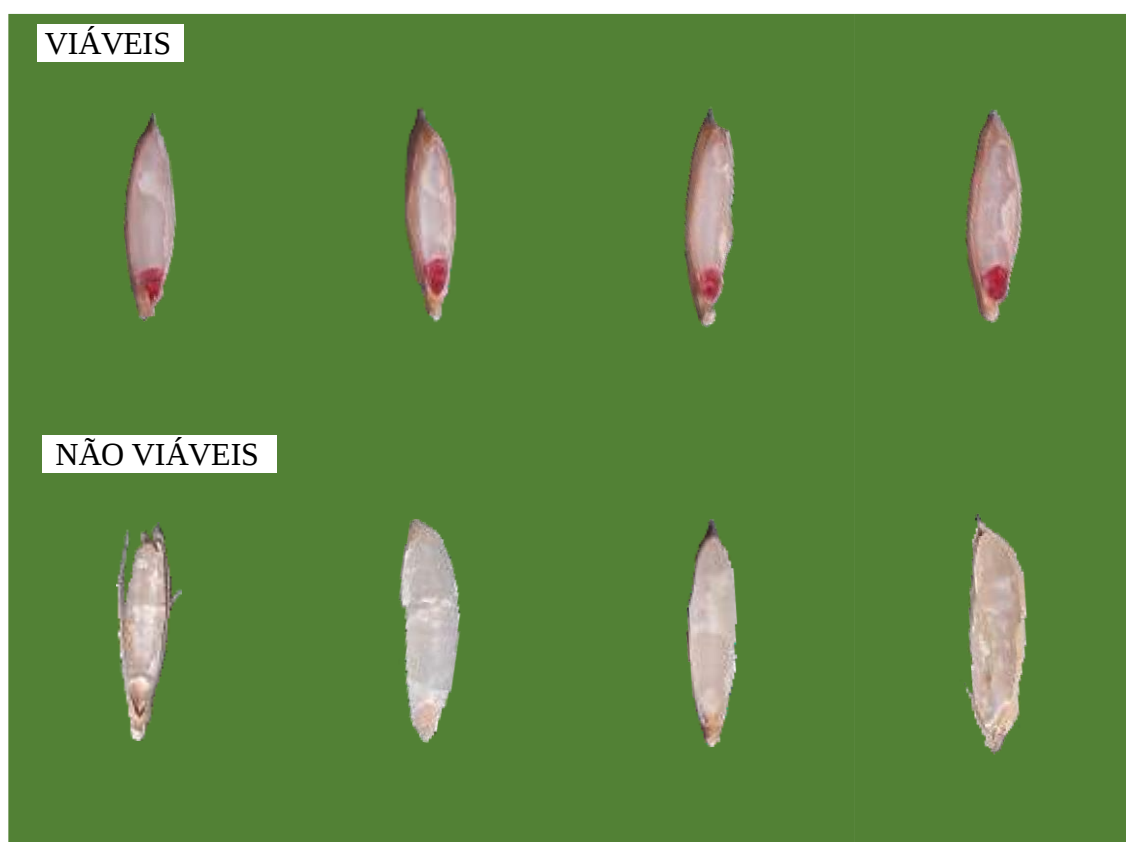


Figura 1. Classificação de sementes de arroz em viáveis e não viáveis por meio do teste de tetrazólio, conforme a metodologia adotada.

As sementes classificadas como viáveis apresentaram coloração rósea a vermelho-claro uniforme nos tecidos essenciais do eixo embrionário, incluindo escutelo, coleóptilo, plúmula, mesocótilo, radícula e coleorriza, indicando integridade celular e atividade respiratória preservada. Em alguns casos, foram observadas pequenas áreas com coloração menos intensa ou discretas lesões localizadas, sem comprometimento significativo das estruturas embrionárias essenciais. Esses padrões são compatíveis com sementes metabolicamente ativas e com potencial para originar plântulas normais.

Por outro lado, as sementes classificadas como não viáveis apresentaram ausência parcial ou total de coloração nos tecidos embrionários, além de regiões com coloração vermelho-intensa associadas à deterioração, necrose e desorganização tecidual. Também foram observados tecidos flácidos e extensas áreas descoloridas, evidenciando perda da integridade celular e comprometimento da atividade metabólica. Essas características indicam redução acentuada da viabilidade fisiológica, impossibilitando o desenvolvimento adequado das plântulas.

5. CONCLUSÕES

O teste de tetrazólio conduzido com solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio a 0,075% por 1,5 h é adequado para a avaliação da viabilidade de sementes de arroz da cultivar BRS A502.

Os padrões de coloração obtidos permitem a distinção eficiente entre sementes viáveis e não viáveis, possibilitando a avaliação rápida e confiável da qualidade fisiológica dos lotes.

6. REFERÊNCIAS

Azevedo A (2022). _Tratamentos.ad: Pacote Para Analise De Experimentos Com Teste munhas Adicionais_. R package version 0.2.4, <<https://CRAN.R-project.org/package=Tratamentos.ad>>.

BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 165-171, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000200024>. Acesso em: 10 mar. 2026.

BELARMINO, et al. **Aspectos da economia do arroz irrigado no Bioma Pampa**. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 56., 2018, Campinas. Artigo. Campinas: Sober, 2018. v. 1, p. 1-15.

BHERING, M. M.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 176-182, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000100022>. Acesso em: 10 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 1. ed.

CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; JÁCOME, C. C.; SOARES, V. N. Methodological adjustments to the tetrazolium test in rice seeds. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 041-049, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n1169643>. Acesso em: 10 mar. 2026.

CARVALHO, N. M.; DA SILVA, J. B.; SILVEIRA, C. M. DA; HORVAT, R. A. Método alternativo para submeter sementes de amendoim à solução de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 18-22, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100002>. Acesso em: 10 mar. 2026.

CARVALHO, T. C.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; OHLSON, O. C.; PANOBIANCO, M. Adaptation of the tetrazolium test method for estimating the viability of sorghum seeds. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 1, p. 246-252, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v32n2713>. Acesso em: 10 mar. 2026.

CHAMMA, H. M. C. P.; NOVENBRE, A. D. L. C. Teste de tetrazólio para as sementes de milho: período de hidratação e de coloração das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 125-129, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000200017>. Acesso em: 10 mar. 2026.

CERVI, F.; MENDONÇA, E. A. F. Adequação do teste de tetrazólio para sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 177-186, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100020>. Acesso em: 10 mar. 2026.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998.

FOTORICE. **Avaliação da viabilidade de sementes de arroz pelo Teste de Tetrazólio**. 2017. Disponível em: <https://fotorice.blogspot.com/2017/09/avaliacao-da-viabilidade-de-sementes-de.html>. Acesso em: 10 fev. 2026.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Lima: Secretaria Geral da OEA, 1983. 173 p. (OEA – Série de Biologia, Monografia, 24).

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

MAGUIRE, J. D. Seed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015.

MASULLO, L. S.; PIÑA-RODRIGUES, M. C. F.; FIGLIOLIA, M. B.; AMÉRICO, C. Optimization of tetrazolium tests to assess the quality of *Platymiscium floribundum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* and *Acacia polyphylla* DC. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 189-197, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n2167534>

MENEZES, N. L.; FRANZIN, S. M.; BORTOLOTTTO, R. P. Dormência em sementes de arroz: causas e métodos de superação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 7, n. 1, p. 35-44, 2009.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; GOMES, R. B. R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 147-151, 2006.

PREPARO DA SEMENTE DE ARROZ PARA EXECUÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO. **Colloquium Agrariae**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 51-63, 2019. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2276>. Acesso em: 10 fev. 2026.

TRAVERSATEJERO, B.; BORTOLOTTTO-CANTARELLI. Produção orizícola no município de São Gabriel, RS (Brasil). **Journal of The Selva Andina Biosphere**,

Bolivia, p. 67-68, 04 jan. 2021. Disponível em:
<https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/download/14231/9625/>. Acesso
em: 7 mar. 2026.