

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VIVIANNE PINHEIRO ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE AMENDOIM DO
NORDESTE: PRÉ-CONDICIONAMENTO E CLASSES PELO TESTE DE
TETRAZÓLIO**

Rio Largo – AL

2024

VIVIANNE PINHEIRO ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE AMENDOIM DO
NORDESTE: PRÉ-CONDICIONAMENTO E CLASSES PELO TESTE DE
TETRAZÓLIO**

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

Rio Largo – AL

2024

Catlogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana
CRB4: 1512

A447a Almeida, Vivianne Pinheiro.

Avaliação da viabilidade de sementes de amendoim do nordeste: pré-condicionamento e classes pelo teste de tetrazólio. / Vivianne Pinheiro Almeida. – 2024.

52f.: il.

Orientador: João Luciano de Andrade Melo Junior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2024.

Bibliografia: p. 25-27.

1. *Arachis hypogaea* L. 2. Sementes agrícolas. 3 Vigor. I. Título


CDU: 631.531

FOLHA DE APROVAÇÃO

VIVIANNE PINHEIRO ALMEIDA


“Avaliação da viabilidade de sementes de amendoim do Nordeste: Pré-condicionamento e classes pelo teste de tetrazólio”

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. Aprovado em 05/11/2024.


Documento assinado digitalmente
 JOAO LUCIANO DE ANDRADE MELO JUNIOR
Data: 14/11/2024 22:14:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 JOAO CORREIA DE ARAUJO NETO
Data: 19/11/2024 09:02:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto – UFAL (Examinador interno)

Documento assinado digitalmente
 LUAN DANILO FERREIRA DE ANDRADE MELO
Data: 16/11/2024 10:17:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Rio Largo - AL

Novembro - 2024

AGRADECIMENTOS

Toda honra e glória sejam dadas a ti Senhor.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ter me dado luz e força para superar as dificuldades que enfrentei durante a minha caminhada no curso.

À Universidade Federal de Alagoas e o Campus de Engenharia e Ciências Agrárias por todo o comprometimento e por me proporcionar todas as ferramentas necessárias para a conclusão da minha graduação.

Gostaria de agradecer aos meus pais Cristóvão Erinaldo Pinheiro Almeida, Edileusa Maria da Conceição Pinheiro e minha irmã Danielle Pinheiro Almeida por todas as palavras de incentivo, por todo apoio e amor que foram essenciais para me tornar a pessoa que sou hoje. Essa conquista é nossa.

Um agradecimento especial para meu esposo Jackson de Lima Silva que abriu mão de algum dos seus sonhos para que eu pudesse continuar na faculdade. Me manteve forte e me deu apoio todos os dias acreditando na minha capacidade pessoal e profissional de realizar meus objetivos.

Também gostaria de agradecer a minha filha Maya Sofia Almeida de Lima, que de sua forma inocente e indireta me direcionou para o caminho certo, sem que eu pudesse perder o foco do que seria melhor para nós.

Ao meu orientador Dr. João Luciano Andrade de Melo Júnior, por ter sido extremamente acolhedor ao entender as dificuldades de uma mãe de primeira viagem e por todos os momentos de suporte, orientação e dedicação para a conclusão deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer o meu grupo de estudos Barbara Santos Leandro, Gerlane Nascimento da Silva, Hyany Mayra de Souza Granja, José Valdemir Ferreira Júnior, Luan Lira Diniz e Luiz Carlos dos Santos Júnior, que estiveram comigo desde o primeiro período me dando suporte. Vocês foram luz nessa minha caminhada e jamais poderei esquecer tudo o que fizeram por mim.

RESUMO

Pertencente à família Fabaceae, o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), é uma oleaginosa que apresenta importância tanto na alimentação humana quanto animal, além de estar inserida na produção de biocombustível. Contudo, devido ao seu alto teor de óleo as sementes de amendoim tendem a ficar suscetíveis a variações ambientais, perdendo sua qualidade e reduzindo a sua viabilidade. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi estabelecer metodologia para avaliar a viabilidade de sementes de amendoim (BR-1) pelo teste de tetrazólio, estudar dois métodos de pré-condicionamento das sementes, períodos de imersão e concentração adequada da solução de tetrazólio, bem como determinar classes de viabilidade específicas para a variedade BR-1. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (três períodos de imersão na solução de tetrazólio x duas concentrações), e quatro repetições de 50 sementes para cada combinação de período e concentração, totalizando 40 parcelas experimentais por método de pré-condicionamento das sementes. Os cotilédones contendo o eixo embrionário foram colocados em copos de plástico de 50 mL, na solução do sal de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, pelos períodos de imersão de 1,5, 2,5, e 3,5 horas, e nas concentrações de 0,05 e 0,075%, na incubadora B.O.D., no escuro a 30 °C. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas uma a uma sob lupa de aumento 6x. E os resultados foram expressos em porcentagem de sementes viáveis. A concentração de 0,075% por 2,5h apresentou 93% de viabilidade, não diferindo significativamente, entretanto da 0,075% 3,5h, com 90% de sementes viáveis. Na concentração de 0,05%, constatou-se menores resultados de viabilidade. Assim, a concentração de 0,075% por 2,5 ou 3,5h, com 93 e 90% de sementes viáveis, respectivamente, não diferiram significativamente em relação à porcentagem de germinação do controle, que foi de 91%. E as classes 1, 2, 3 e 4, representaram, respectivamente, as sementes vigorosas, viáveis, não viáveis e mortas. Para um lote com 91% de germinação é possível indicar até quatro classes de viabilidade.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L. Sementes agrícolas. Vigor.

ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L.), a member of the Fabaceae family, is an oilseed that is important for both human and animal nutrition, and is also used in biofuel production. However, due to its high oil content, peanut seeds tend to be susceptible to environmental variations, losing their quality and reducing their viability. Given the above, the objective of this study was to establish a methodology to evaluate the viability of peanut seeds (BR-1) using the tetrazolium test, to study two seed preconditioning methods, immersion periods and adequate concentration of the tetrazolium solution, and to determine specific viability classes for the BR-1 variety. The experimental design was completely randomized, in a 3x2 factorial scheme (three immersion periods in the tetrazolium solution x two concentrations), and four replicates of 50 seeds for each combination of period and concentration, totaling 40 experimental plots per seed preconditioning method. The cotyledons containing the embryonic axis were placed in 50 mL plastic cups in the 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride salt solution for immersion periods of 1.5, 2.5, and 3.5 hours, and at concentrations of 0.05 and 0.075%, in the B.O.D. incubator, in the dark at 30 °C. Subsequently, the seeds were washed in running water and evaluated one by one under a 6x magnifying glass. The results were expressed as a percentage of viable seeds. The concentration of 0.075% for 2.5h showed 93% viability, not differing significantly, however, from 0.075% for 3.5h, with 90% of viable seeds. At the concentration of 0.05%, lower viability results were observed. Thus, the concentration of 0.075% for 2.5 or 3.5h, with 93 and 90% of viable seeds, respectively, did not differ significantly in relation to the germination percentage of the control, which was 91%. And classes 1, 2, 3 and 4 represented, respectively, the vigorous, viable, non-viable and dead seeds. For a batch with 91% germination, it is possible to indicate up to four viability classes.

Key words: *Arachis hypogaea* L. Agricultural seeds. Vigor.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Classes de viabilidade de sementes de amendoim variedade BR-1, pré-condicionadas com imersão direta em água, e separação manual dos cotilédones, concentração de 0,075% por 2,5h.....23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Pré-condicionamento com papel filtro e viabilidade das sementes de amendoim, sob períodos de imersão e concentrações do sal de tetrazólio.....	19
Tabela 2:	Pré-condicionamento com imersão direta e viabilidade de sementes de amendoim, sob períodos de imersão e concentrações do sal de tetrazólio.....	20
Tabela 3:	Viabilidade de sementes de amendoim pelo teste de tetrazólio com pré-condicionamento em papel filtro ou imersão direta, comparada à porcentagem de germinação.....	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A cultura do amendoim	13
2.2 Morfologia da semente	14
2.3 Avaliação do potencial fisiológico	14
2.4 Teste de tetrazólio	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Delineamento experimental	17
3.2 Pré-condicionamento das sementes	17
3.3 Teste de tetrazólio	17
3.4 Análise estatística	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	24
6. REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

Originário da América do Sul, o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das oleaginosas de grande importância econômica, cultivada mundialmente. É uma cultura que apresenta em sua composição proteínas, vitaminas, fibras e alto teor de óleo, o que permite ser utilizado em inúmeras finalidades, desde a alimentação humana e animal, até a produção de biocombustíveis (Cruz et al., 2021). O processo de produção desse insumo pode ser afetado por vários fatores, o que pode contribuir significativamente para a redução do desempenho das sementes (Sarto, 2019).

Assim, para se ter alto potencial fisiológico é indispensável que se tenha a técnica e o manejo cuidadoso durante a produção, visto que as sementes podem ter sua qualidade influenciada por diversos fatores tanto extrínsecos quanto intrínsecos. Com isso, a busca por sementes vigorosas tem sido a preocupação primária, já que, está diretamente ligado ao estabelecimento da cultura e da alta produtividade (Jesus; Barbosa; Vieira, 2020), estando relacionado à capacidade que as sementes têm de produzirem plantas normais, de forma rápida e uniforme sob condições ambientais adversas (Rodrigues et al., 2018).

Conforme Marcos-Filho (2015), a viabilidade das sementes é determinada por meio de testes de vigor e germinação, onde são avaliados uma soma de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que conferem à semente o potencial germinativo. E para se determinar a viabilidade de uma semente são realizados testes, o mais comum é o teste de germinação, porém apesar de ser o mais adotado ele possui uma desvantagem que diz respeito ao tempo que leva para ser finalizado, pois dependendo da cultura esse teste pode levar, por exemplo, até dez dias para se obter resultados (França-Neto; Krzyzanowski, 2018).

Sendo assim, o teste de tetrazólio apresenta-se como a possível solução para se avaliar a viabilidade e o vigor da semente de forma rápida e eficaz, não dispensando o teste de germinação, logo, podendo ser complementado por ele (Brito et al., 2020). O teste de tetrazólio consiste na atividade de enzimas desidrogenases que catalisam as reações respiratórias, presentes nas mitocôndrias, localizadas no interior das células vegetais, formando um composto vermelho chamado formazan que indica os tecidos vivos (Guedes, 2012; Carvalho et al., 2019). Embora seja bastante utilizado em grandes culturas, ainda não se encontram trabalhos recentes que estejam associados ao amendoim, assim permitindo o aprimoramento da metodologia.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi estabelecer metodologia para avaliar a viabilidade de sementes de amendoim (BR-1) pelo teste de tetrazólio, estudar dois métodos de pré-condicionamento das sementes, períodos de imersão e concentração adequada da solução de tetrazólio, bem como determinar classes de viabilidade específicas para a variedade BR-1

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do amendoim

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma oleaginosa oriunda da América do Sul, pertencente à família Fabaceae, que contribui diretamente no desenvolvimento econômico-social do Brasil. Essa cultura tem crescido de forma acelerada pela sua facilidade de cultivo, versatilidade na indústria alimentícia principalmente com a extração de óleos vegetais, e a exportação de subprodutos (Freitas et al., 2003).

São Paulo é o maior produtor brasileiro de amendoim, sendo responsável por mais de 90% dessa produção, destacando-se as regiões do nordeste do estado: a Alta Mogiana (Ribeirão Preto e Jaboticabal) e Alta paulista (Tupã e Marília) que possuem um plantio mais intenso e bem desenvolvido. O plantio do amendoim em São Paulo é feito frequentemente em áreas de renovação de canaviais de cana-de-açúcar, resultando em ganhos de produtividade e redução no custo de implantação com a rotação de culturas (Conab, 2022a).

No Nordeste do Brasil a produção está concentrada nos estados de Bahia, Ceará e Paraíba. (Conab, 2022b). Nessas regiões o cultivo é desenvolvido predominantemente por pequenos agricultores que geralmente optam por variedades precoces e resistentes a seca como a BR-1. (Araújo, 2021)

Na safra de 2021/22 foi estimado um resultado de 746,7 mil toneladas, onde em torno de 70% da produção é destinada ao mercado internacional, destacando-se os países compradores: Holanda, Polônia, Austrália e Itália (Conab, 2022a).

As mudanças que ocorreram durante a história do desenvolvimento do amendoim para o aumento da produção e exportação, reforçam a importância da cultura e da geração de um produto de alta qualidade (Sampaio, 2021). Conforme Lourenzani e Lourenzani (2009), as inovações tecnológicas são a justificativa para obter esse avanço, juntamente com a capacitação de profissionais que possam atender as demandas e os padrões exigidos pelo mercado.

Os principais grupos de cultivares no Brasil são: Spanish, Valência e Virgínia. O grupo Spanish tem plantas que crescem eretas, de colheita precoce, com sementes pequenas e claras. O grupo Valência, também possui plantas que crescem eretas, de colheita precoce, mas suas sementes são escuras. Por fim, o grupo Virgínia, têm plantas muito ramificadas, de crescimento arbustivo ou rasteiro, e de colheita tardia, que apresentam sementes grandes, geralmente com duas sementes por vagem (Lima, 2016).

2.2 Morfologia da semente

A semente é considerada o mais importante insumo agrícola, pois conduz ao campo características que são determinantes para o desempenho do cultivar e o estabelecimento do estande desejado (Marcos-Filho, 2015).

A semente de amendoim é constituída por tegumento extremamente delicado que apresenta ampla variabilidade de cores, os pigmentos permitem identificar diferentes variedades ou cultivares da espécie (Silva, 2019). O embrião é do tipo basal, localizado próximo a base da semente. Além disso, constituem-se por dois cotilédones volumosos, justapostos, cheios de material de reserva (óleos e proteínas) e desempenham a função de armazenar nutrientes e energia necessários para o crescimento inicial da plântula (Conagin, 1955; Conagin, 1957).

O eixo hipocótilo-radícula é uma das principais estruturas presentes nas sementes e está situado abaixo do ponto de inserção dos cotilédones, esse termo é empregado para se referir a região embrionária do hipocótilo e radícula, sendo constituído de epiderme, córtex e cilindro central. O hipocótilo é a região de transição entre a plúmula e a radícula, sendo responsável por elevar a planta acima do solo (Apezzato-da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2006; Santos, 2012).

A plúmula é bem evidente e desenvolvida, apresentando de seis a oito folhas embrionárias que dão origem à parte aérea da planta durante o processo de germinação, garantindo o desenvolvimento inicial adequado (Conagin, 1957).

2.3 Avaliação do potencial fisiológico

A tecnologia de sementes vem sendo cada vez mais aperfeiçoada, permitindo a identificação sobre os níveis de qualidade de sementes com maior precisão, evitando possíveis contratempos no campo e assegurando o sucesso do plantio. Com isso, a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica é essencial para a determinação da produtividade da cultura e o estabelecimento de uma população de plantas vigorosas (Barros Neto et al., 2014).

O teste de germinação é o principal parâmetro utilizado para a avaliação da viabilidade de sementes, fornecendo informações sobre o potencial de uma semente para produzir plântulas sob condições ótimas de ambiente (Brasil, 2009).

Entretanto, esse tipo de avaliação possui algumas limitações como o tempo de execução que dificulta a tomada de decisões relativas à colheita, ao processamento, à armazenagem e à comercialização. Além do fator tempo, o teste de germinação não identifica os fatores que influenciam a qualidade da semente e não fornece informações sobre a viabilidade e vigor, podendo resultar em conclusões superestimadas (Marcos-Filho, 2015). Santos (2016) também reforça que a presença de patógenos podem ser recorrentes durante a avaliação ocasionando a perda do potencial germinativo, assim interferindo negativamente nos resultados.

Para Marcos-Filho (2015), essas limitações indicam a necessidade de métodos eficientes que forneçam informações complementares, não excludentes, para a caracterização mais ampla do potencial fisiológico das sementes durante todo o processo de produção. Nesse sentido, os testes de germinação e vigor devem ser analisados em conjunto, a fim de identificar a eficiência do processo e contribuir com a padronização de programas internos de qualidade. (Barbosa, 2014).

O desenvolvimento dos testes de vigor tem como objetivo fornecer informações complementares e identificar diferenças no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, possibilitando a distinção de sementes de alto e baixo vigor, de maneira proporcional à emergência de plântulas em campo (Sena, 2015).

Dessa forma, os testes de vigor por serem de fácil execução, rápidos e econômicos tem sido amplamente utilizados nos programas de qualidade de semente, apresentando resultados confiáveis que permitem a produção de sementes de alta qualidade e também auxiliando na tomada de decisões dos processos de pré-colheita, colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento, tratamento e semeadura (Marcos-Filho, 2015; Krzyzanowski; França-Neto 2001).

2.4 Teste de tetrazólio

A utilização de testes rápidos e precisos, que objetivam a determinação da qualidade fisiológica da semente é fundamental para a rotina do sistema de produção. Nesse contexto, foram utilizados diversos testes baseados na coloração, peso e atividade respiratória das sementes que pudessem atender o critério de agilidade e precisão, entretanto a falta de metodologia resultou no insucesso desses métodos (França-Neto; Krzyzanowski, 2018).

Inicialmente o teste de tetrazólio foi testado por Lakon em 1940, onde concluiu que o sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio era o mais apropriado para a determinação da viabilidade de sementes. O reconhecimento e a divulgação da eficácia do teste ocorreram no ano de 1945 na Alemanha, onde o primeiro trabalho foi publicado pelo autor Porter et al. (1947). Posteriormente em 1970 a AOSA (Associação Oficial dos Analistas de Sementes, reconheceu o teste de tetrazólio e atualmente diversas espécies são testadas, como milho, algodão, soja e amendoim (França-Neto et al., 1998).

O teste de tetrazólio consiste na coloração dos tecidos vivos na presença da solução do sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio. Essa solução reflete diretamente na atividade de enzimas desidrogenases que catalisam as reações respiratórias, presentes nas mitocôndrias. A formação do composto vermelho estável e não difusível é chamado de trifênil formazan, que indica a atividade respiratória. Dessa forma utiliza-se um padrão colorimétrico para identificar sementes viáveis, de alto e baixo vigor ou não viáveis (Marcos-Filho, 2015).

O pré-condicionamento é uma etapa que antecede o teste de tetrazólio, para a ativação do sistema enzimático, sendo essencial para algumas espécies e altamente recomendado para outras, pois melhora a absorção da solução de tetrazólio. Além disso, sementes previamente umedecidas apresentam menor risco de danos durante o preparo, facilitando a exposição do embrião ao tetrazólio e a retirada do tegumento. Esse processo também proporciona uma coloração mais uniforme, o que torna a avaliação mais precisa e prática. Dois métodos de pré-condicionamento podem ser aplicados para a realização do teste de tetrazólio: o primeiro consiste na embebição lenta, no qual as sementes são colocadas sobre ou entre papel germitest e o segundo refere-se a embebição direta, onde as sementes são imersas em água até a completa hidratação (Brasil, 2009).

Segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), é estabelecido que para a execução do teste de tetrazólio na cultura do amendoim seja feito o pré-umedecimento entre papel no período de 16 a 18 horas, numa temperatura de 20°C ou 25°C, com a retirada ou não do tegumento.

Zorzal et al. (2015) constatou que existem diferentes condições e metodologias que são eficientes para o teste de tetrazólio. Dessa forma, a eficiência do teste para avaliar a viabilidade de sementes depende do ajustamento metodológico, que permite condições adequadas estabelecendo um modo de hidratação, preparo, coloração e avaliação das sementes, sendo necessário um treinamento técnico a fim de interpretar corretamente os resultados (Carvalho, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas. Utilizou-se lote de sementes de amendoim BR-1 obtido junto à produtores do município de São Sebastião, Alagoas, Brasil, coordenadas geográficas: 9° 56' 02'' S, 36° 33' 14'' O.

3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (três períodos de imersão na solução de tetrazólio x duas concentrações), e quatro repetições de 50 sementes para cada combinação de período e concentração, totalizando 40 parcelas experimentais por método de pré-condicionamento das sementes.

3.2 Pré-condicionamento das sementes

O método de pré-condicionamento 1 consistiu na semeadura das sementes em papel filtro da marca Germitest, umedecidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Este mesmo procedimento foi também utilizado para o teste padrão de germinação. O método de pré-condicionamento 2 foi a imersão das sementes diretamente em água, usando, para isso, copos plásticos e 100 mL de água destilada. Nos dois métodos de pré-condicionamento, o tempo de permanência na incubadora B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) foi de 16 horas a 30 °C.

Após o método 1, foi realizado o corte longitudinal das sementes com lâmina de bisturi nº 24, optando-se pelo cotilédone cujo eixo embrionário tenha permanecido. E após o método 2, foi feita a remoção manual do tegumento das sementes, seguida da separação manual dos cotilédones, também utilizando aqueles cujo embrião tenha permanecido aderido (adaptado de Santos, 2012).

3.3 Teste de tetrazólio

Os cotilédones contendo o eixo embrionário foram colocados em copos de plástico de 50 mL, na solução do sal de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, pelos períodos de imersão de 1,5, 2,5, e 3,5 horas, e nas concentrações de 0,05 e 0,075%, na incubadora B.O.D., no escuro a 30 °C. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente

e avaliadas uma a uma sob lupa de aumento 6x. E os resultados foram expressos em porcentagem de sementes viáveis.

A viabilidade das sementes oriunda de cada método de pré-condicionamento (papel filtro e imersão direta), dentro de cada combinação de período e concentração, foi comparada com a porcentagem de sementes germinadas no teste de germinação (Brasil, 2009). Para o teste de germinação, as sementes foram inicialmente imersas em álcool 70% e lavadas em água corrente por um minuto. Transcorrida esta etapa, as sementes foram postas sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, e colocadas na incubadora B.O.D. durante 10 dias a 30 °C (Brasil, 2009).

Utilizou-se para o teste de germinação, quatro repetições de 50 sementes, sendo consideradas como germinadas, as sementes que originaram plântulas com raiz primária, hipocótilo, cotilédone e gema apical normais (Brasil, 2009).

Com base na melhor condição do teste de tetrazólio, foram determinadas quatro classes de viabilidade para o lote de sementes estudado. Essa determinação foi realizada com base na coloração do eixo hipocótilo-radícula e plúmula, considerando a cor rosa como indicativo de tecido viável, e as cores vermelho intenso e branco, como sinais de deterioração e tecido morto (respectivamente). Com base na extensão dos danos, considerou sementes com área > 50%, nos cotilédones, como sementes não viáveis. Verificou-se com base no teste de germinação, as características da plântula (presença de anormalidades, servindo para a classificação quanto ao vigor).

3.4 Análise estatística

Os dados de viabilidade de sementes, por método de pré-condicionamento, foram submetidos à Análise da Variância, em uma vez o F calculado sendo significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Comparou-se, em seguida, a viabilidade de sementes, com a porcentagem de sementes germinadas obtida no teste padrão de germinação, pelo teste de Dunnett a 5%, independentemente do método de pré-condicionamento usado. Para as análises estatísticas foi usado o Sisvar Versão 5.8 (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pré-condicionamento das sementes de amendoim em papel filtro, para a posterior remoção do tegumento, foi ineficaz, pois, de maneira geral, todas as concentrações e períodos de imersão na solução de tetrazólio, não permitiram boa distinção e coloração dos cotilédones, plúmula e eixo hipocótilo-radícula. Na concentração de 0,05% por 1,5 horas, a viabilidade das sementes foi de 67%, diferindo significativamente em relação a concentração de 0,075% por 1,5, 2,5 e 3,5 horas, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Pré-condicionamento com papel filtro e viabilidade das sementes de amendoim, sob períodos de imersão e concentrações do sal de tetrazólio.

Período (h)	Concentração (%)	
	0,05	0,075
1,5	67 Aa	25 Bb
2,5	48 Ba	40 Ab
3,5	23 Ca	26 Ba
F para hx%	12,05 **	
CV (%)	10,14	

Nota: Letra maiúscula compara as médias de cada período nas colunas.

Letra minúscula compara as médias das concentrações na linha.

** Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2024.

O preparo das sementes por imersão direta em água, quando comparado ao condicionamento usado no método 1, possibilitou a rápida e fácil remoção do revestimento das sementes de amendoim, inclusive, de forma manual. O método 2 possibilitou a separação dos cotilédones sem a necessidade da lâmina de bisturi, e consequentemente, trouxe mais praticidade para a etapa seguinte, de coloração. A concentração de 0,075% por 2,5 horas apresentou 93% de viabilidade, não diferindo significativamente, entretanto da 0,075% por 3,5 horas, com 90% de sementes viáveis. Na concentração de 0,05%, constatou-se menores resultados de viabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Pré-condicionamento com imersão direta e viabilidade de sementes de amendoim, sob períodos de imersão e concentrações do sal de tetrazólio.

Período (h)	Concentração (%)	
	0,05	0,075
1,5	62 Bb	82 Ba
2,5	81 Ab	93 Aa
3,5	47 Cb	90 Aa
F para hx%	12,05 **	
CV (%)	10,14	

Nota: Letra maiúscula compara as médias de cada período nas colunas.

Letra minúscula compara as médias das concentrações na linha.

** Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2024.

A porcentagem de viabilidade das sementes em cada condição de tempo e concentração da solução de tetrazólio, considerando os dois métodos de pré-condicionamento, foi comparada com o tratamento controle, que consistiu na porcentagem de sementes germinadas no teste de germinação. Assim, a concentração de 0,075% por 2,5 ou 3,5 horas, com 93 e 90% de sementes viáveis, respectivamente, não diferiram significativamente em relação a porcentagem de germinação do controle, que foi de 91% (Tabela 3).

Considerando que os trabalhos que estudaram metodologias para o teste de tetrazólio em sementes de amendoim, indicados nas RAS, ou fizeram uso de concentrações maiores, 0,5 e 1,0%, ou estabeleceram o pré-umedecimento EP, e posterior, imersão em água seguida do corte longitudinal através do embrião, aqui, propõe-se metodologia com uso de concentração menor, 0,075%, rapidez, de fácil coloração, e validada pelo teste de germinação para a variedade BR-1 (Brasil, 2009).

Carvalho et al. (2009) estabeleceram que o método de imersão em água e separação manual dos cotilédones foi eficiente para a avaliação da viabilidade de sementes de amendoim, variedades IAC Tatu e IAC 886. Resultados semelhantes encontrados nesse trabalho mostraram que o método 2 pode ser usado como pré-condicionamento em outras variedades de amendoim, como a BR-1, pois com a concentração de 0,075% 2,5 ou 3,5 horas observou-se facilidade na aplicação do teste de tetrazólio, além do que não diferiu em relação ao teste de germinação.

Tabela 3. Viabilidade de sementes de amendoim pelo teste de tetrazólio com pré-condicionamento em papel filtro ou imersão direta, comparada à porcentagem de germinação.

Papel filtro	Viabilidade (%)
1,5h 0,05%	62 y
2,5h 0,05%	81 y
3,5h 0,05%	47 y
1,5h 0,075%	25 y
2,5h 0,075%	40 y
3,5h 0,075%	26 y
Imersão direta	Viabilidade (%)
1,5h 0,05%	62 y
2,5h 0,05%	81 y
3,5h 0,05%	47 y
1,5h 0,075%	82 y
2,5h 0,075%	93 x
3,5h 0,075%	90 x
Teste padrão de germinação (%) = 91 x	
F	9,94 **
CV (%)	9,03

Nota: Médias de viabilidade com x não diferem significativamente da germinação.

** Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2024.

Santos (2012) adequou o teste de tetrazólio para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de amendoim, constatando que a embebição em água, com preparo sem tegumento, seguido da imersão na solução de tetrazólio 0,05%, ou pré-condicionamento com cotilédones separados e imersão em solução 0,075%, possibilitaram maior viabilidade de sementes, IAC Tatu ST e Runner IAC 886, respectivamente. Os resultados desse trabalho foram semelhantes, e corroboram os encontrados para variedade BR-1, uma vez que a imersão direta e coloração na concentração e período de 0,075% 2,5 ou 3,5 horas facilitaram as análises.

Definida a melhor condição do teste de tetrazólio para variedade BR-1, pré-condicionamento através da imersão direta em água, remoção do tegumento, e a

separação manual dos cotilédones, seguida da coloração pelo sal de tetrazólio na concentração de 0,075% por 2,5 ou 3,5 horas, foram determinadas quatro classes de viabilidade. E as classes 1, 2, 3 e 4, representaram, respectivamente, as sementes vigorosas, viáveis, não viáveis e mortas. Vale ressaltar que não foram encontrados trabalhos indicando metodologia para a avaliação da viabilidade de sementes de amendoim adaptada especialmente à região Nordeste.

Classe 1: *Sementes vigorosas* – coloração rosa, tecidos firmes e sem danos. Plântulas de amendoim mostraram-se com capacidade para continuar o ótimo desenvolvimento da cultura no campo.

Classe 2: *Sementes viáveis* – coloração vermelho intenso nos cotilédones e embrião ou descoloridas no eixo hipocótilo-radícula, tecidos firmes, ou flácidos especificamente em algumas porções dos cotilédones. Plântulas de amendoim desenvolveram-se bem sob condições ideais, mas a cultura poderia ter o seu desenvolvimento comprometido durante a fase vegetativa.

Classe 3: *Sementes não viáveis* – apresentou cotilédones > 50% branco, e a plúmula ou eixo hipocótilo-radícula descolorido, e flácidos. Plântulas de amendoim interromperam o seu desenvolvimento e apresentaram anormalidades, o que comprometeria a fase posterior de planta e o início do processo fotossintético.

Classe 4: *Sementes mortas* – coloração vermelho intenso ou branca > 50% cotilédones e com eixo embrionário totalmente descolorido, flácidos e ou bem deteriorados. As sementes de amendoim não germinaram.

No trabalho de Santos (2012), foram propostas três classes para avaliar a viabilidade de sementes do amendoim sem tegumento e cotilédones separados. Entretanto, aqui, optou-se pela classificação em quatro classes, pela facilidade na distinção de sementes classificadas como viáveis ou como não viáveis, tratando-se especificamente da variedade BR-1.

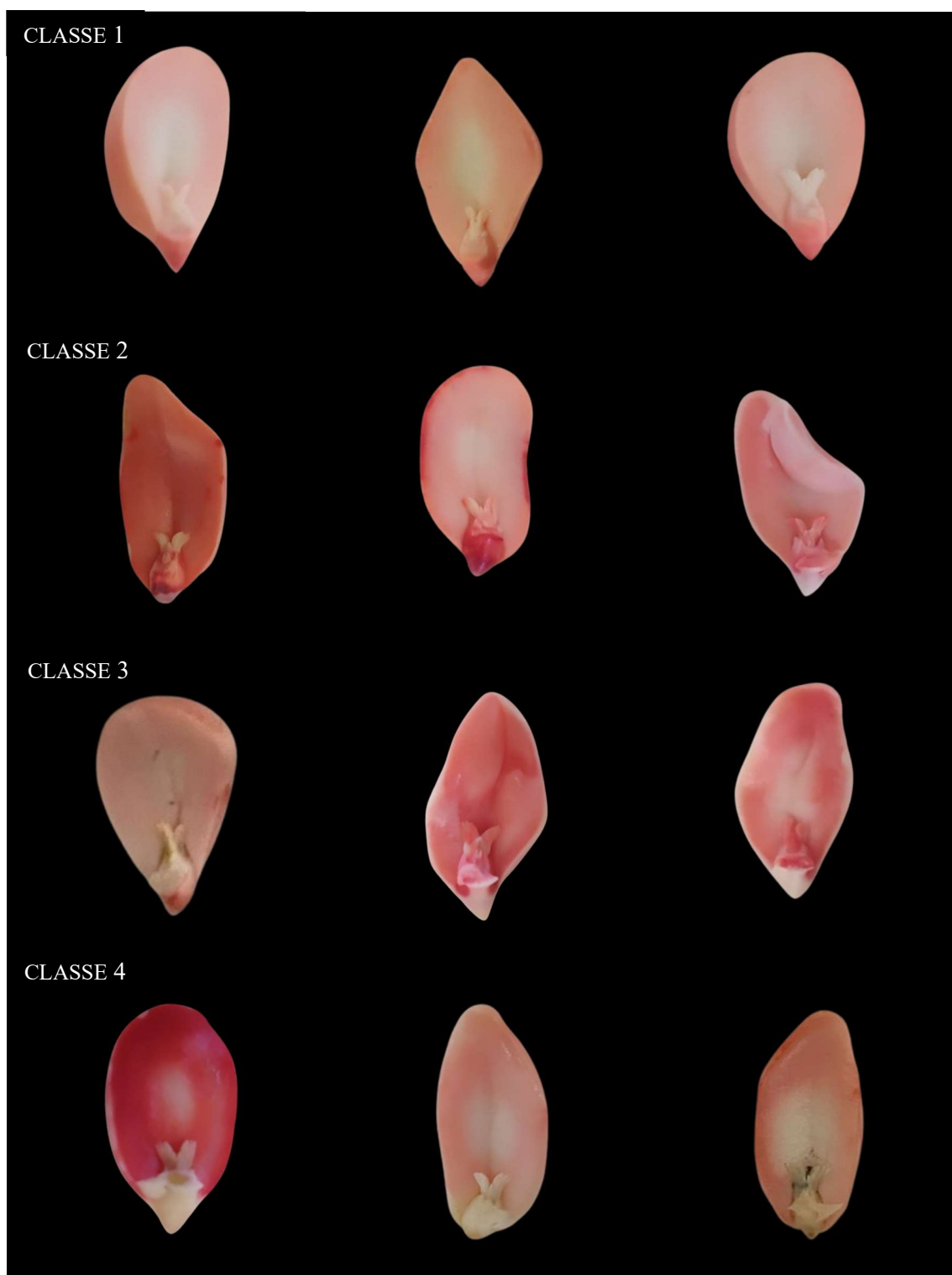


Figura 1. Classes de viabilidade de sementes de amendoim variedade BR-1, pré-condicionadas com imersão direta em água, e separação manual dos cotilédones, concentração de 0,075% por 2,5h.

Fonte: Autora, 2024.

5. CONCLUSÕES

O pré-condicionamento por imersão direta em água, separação manual dos cotilédones, e concentração de 0,075% por 2,5h no teste de tetrazólio possibilitam avaliação da viabilidade de sementes de amendoim variedade BR-1.

Para um lote com 91% de germinação é possível indicar até quatro classes de viabilidade.

6. REFERÊNCIAS

- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006.
- ARAÚJO, R. J. V. **Disponibilidade de cultivares de amendoim no Brasil: uma análise da Paraíba**. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2021.
- BARBOSA, R. M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 977-985, 2014.
- BARROS NETO, J. J. S.; ALMEIDA, F. A. C.; QUEIROGA, V. P.; GONÇALVES, C. C. **Sementes: estudos tecnológicos**. Aracaju: IFS, 2014. 285 p. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/912>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- BRITO, A. L.; PEREIRA, K. T. O.; NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; PAIVA, E. P. Avaliação da viabilidade de sementes de *Tabebuia aurea* através do teste de tetrazólio. **Revista Caatinga**, v.33, n.4, p.993-999, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n414rc>
- CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N. Preparo da semente de arroz para a execução do teste de tetrazólio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, p. 51-63, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n1.a270>
- CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N. Methodological adjustments to the tetrazolium test in rice seeds. **Journal of Seed Science**, v.39, n.1, p.041-049, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n1169643>
- CARVALHO, N. M.; SILVA, J. B.; SILVEIRA, C. M.; 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.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Amendoim: Série histórica das safras. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/899-amendoim>. Acesso em: 22 set. 2024.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Produção de amendoim cresce mais de 100% nos últimos 8 anos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4768-producao-de-amendoim-cresce-mais-de-100-nos-ultimos-8-anos>. Acesso em: 22 set. 2024.

CONAGIN, C. H. T. M. Desenvolvimento da semente do amendoim cultivado, *Arachis hypogaea* L. **Bragantia**, Campinas, v.16, n.2, p.15-33, 1957. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051957000100002>

CONAGIN, C. H. T. M. Morfologia da flor e formação do fruto no amendoim cultivado, *Arachis Hypogaea* L. **Bragantia**, Campinas, v. 14, n.24, p. 259-266, 1955. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051955000100024>

CRUZ, R. I. F.; SILVA, G. F.; SILVA, M. M.; SILVA, A. H. S.; SANTOS JÚNIOR, J. H.; SILVA, E. F. F. Produtividade de plantas de amendoim irrigado sob irrigação por pulso e gotejamento contínuo com água salobra. **Revista Caatinga**, v.34, p.208-218, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n121rc>

FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Soja. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2018. 108 p. (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 406).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. 1998. 72 p. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 116).

FREITAS, F. O.; PEÑALOZA, A. P. S.; VALLS, J. F. M. **O amendoim contador de história**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 12 p.

GARCIA, E. B.; ÁVILA, M. R.; FONSECA JÚNIOR, N. S.; NAGASHIMA, G. T. Imagens digitalizadas na avaliação do teste de tetrazólio em sementes de trigo. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 16, n. 6, p. 67-78, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n6.a408>

GUEDES, R. S. **Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith**. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, 2012.

JESUS, M. A.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. O Controle estatístico de processo aplicado ao processamento de sementes de amendoim. **South American Sciences**, v. 1, n. 2, p. e2056-e2056, 2020.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/446594>.

LIMA, A. K. B. **Estimativa de diversidade genética em acessos de amendoim no estado do Ceará**. 2016. 36 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2016.

LOURENZANI, W. L.; LOURENZANI, A. E. B. S. Perspectivas do agronegócio brasileiro de amendoim. **Informações Econômicas**, v. 39, p. 55-68, 2009.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

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/10.1590/23171545v39n2167534>

PORTER, R. H.; DURREL, M.; ROMM, H. J. The use of 2, 3, 5-triphenyl-tetrazolium chloride as a measure of seed germinability. **Plant Physiology**, v. 22, p. 149-159, 1947.

RODRIGUES, D. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. Desempenho de plantas de soja em função das sementes e do estresse hídrico. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 20, n. 2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30945/rcrv20i2.260>.

SAMPAIO, R. M.; FREDO, C. E. Características socioeconômicas e tecnologias na agricultura: um estudo da produção paulista de amendoim a partir do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA) 2016/17. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 4, e236538, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.236538>

SANTOS, F.; MEDINA, P. F.; LOURENÇÃO, A. L. Danos causados por fungos e insetos a sementes de amendoim armazenadas antes do processamento. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 2, p. 184-192, 2016.

SANTOS, J. F. **Teste de tetrazólio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de amendoim**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2012.

SARTO, D. O. C. C. **Condições de armazenamento e conservação do potencial fisiológico de sementes de diferentes cultivares de amendoim**. 109 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2019.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor de sementes de milho cv. ‘Sertanejo’ por testes baseados no desempenho de plântulas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 1910-1916, nov. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120751>

ZORZAL, T. A.; FANTINATO, D. E.; CAMPOS, L. M.; LUZ, A. C. C.; CORTE, V. B. Teste do tetrazólio para estimativa da viabilidade de sementes. **Natureza online**, v. 13, n. 3, p. 144-149, 2015.