



AMANDA DOS SANTOS ANTÃO DA SILVA

**ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DE TESTE DE
TETRAZÓLIO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MAMONA**

**LAVRAS - MG
2023**

AMANDA DOS SANTOS ANTÃO DA SILVA

**ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DE TESTE DE TETRAZÓLIO PARA
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MAMONA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Rafael Peron Castro
Orientador
Prof. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2023**

AMANDA DOS SANTOS ANTÃO DA SILVA

**ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DE TESTE DE TETRAZÓLIO PARA
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MAMONA**

**ADEQUACY OF THE TETRAZOLIUM TEST METHODOLOGY FOR
EVALUATING THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CASTOR SEEDS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

_____ em 27 de novembro de 2023
Dr. Wilson Vicente Souza Pereira – UFLA
Me. Gleice Aparecida da Silva Lima - UFLA

Prof. Dr. Rafael Peron Castro
Orientador

Prof. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2023**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por não me deixar desamparada e por permitir concluir mais esse sonho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de excelência concedida e privilégio em fazer parte da instituição, criando laços profissionais e fraternais.

Aos meus avós Maria de Lourdes, José Benedito e Jurani por me manterem fortes e acreditarem nos meus sonhos.

Aos meus familiares e principalmente a tia Silvia, que me acompanhou durante toda a jornada sendo de grande suporte.

A todos os meus amigos de Volta Redonda que mesmo com saudades, sempre incentivaram a buscar meu sonho.

A República Toda Boa, que me ensinou sobre fraternidade, amizade e companheirismo, me deu uma família em Lavras além de ensinamentos que levarei para a vida a toda.

Ao professor Dr. Rafael Peron Castro, pelas as orientações, ensinamentos, momentos de descontração e principalmente pela amizade.

Aos membros da banca, o professor Dr. Rafael, Doutoranda Gleice e Dr. Wilson pelas valiosas sugestões e disponibilidade de participação.

Ao Laboratório de sementes pelo espaço cedido na condução e avaliação do experimento, e aos técnicos Jaqueline e Geraldo, pelos auxílios nas avaliações

À empresa Kaiima pelo fornecimento das sementes utilizadas nesse trabalho.

A toda equipe G-Óleo pela contribuição em minha evolução acadêmica, profissional e pessoal.

Ao Sítio Trovão, pela oportunidade de qualificação profissional, valores e amizades que se tornaram família e que levarei para a vida.

A empresa Barenbrug por me permitir estagiar, expandir meus conhecimentos e a todo o suporte e acolhimento.

Aos demais professores pela convivência e ensinamentos repassados durante todos esses anos.

Aos amigos que foram palavras de incentivo nessa jornada, Aline, Bruna, Giovana, Layla, Pedro, Vinicius e em especial, Gabriela por toda ajuda na execução e condução deste trabalho.

Aos companheiros de república do 15/2 que me mostraram que as conquistas são mais proveitosas, quando em conjunto.

E principalmente agradeço aos meus pais Solange e José Célio por me permitir alçar novos voos, por me orientarem e apoiarem durante essa caminhada. Essa conquista é por eles!

RESUMO

A mamona (*Ricinus communis*) é uma espécie oleaginosa de porte arbustivo que foi introduzida no Brasil no início do período colonial, para que o óleo vegetal extraído de suas sementes fosse utilizado na lubrificação dos mancais de engenho da cana-de-açúcar. Dada sua alta eficiência na dispersão de sementes, esta espécie é considerada, em muitos casos, uma planta invasora. Contudo, trata-se de uma cultura agrícola amplamente explorada comercialmente e de cujos produtos apresentam alto valor econômico. O óleo de rícino por ela produzido é altamente viscoso, o que o confere um alto poder lubrificante. Este óleo tem propriedades medicinais, o que faz com que ele seja muito apreciado pela indústria farmacêutica. Um empecilho da cultura é a dormência apresentada por alguns genótipos, o que exige que seja realizada a remoção da carúncula para que esta seja superada. A protrusão da radícula é relativamente lenta, levando ao atraso no estabelecimento do estande em campo. Nesta circunstância na tentativa de alternativas para adequar o protocolo descrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS), que teve sua última atualização para a cultura em 1992, foram observadas algumas divergências em relação aos métodos utilizados por produtores de sementes de mamona. Deste modo, objetivava-se com este trabalho avaliar diferentes tempos de embebição na solução de tetrazólio, visando alcançar melhores resultados na análise de lotes de sementes de mamona desenvolvidos nos últimos anos, a fim de torná-los mais adequados e eficientes. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes localizado na Universidade Federal de Lavras com as cultivares Mia, Tamar, Kariel, KS2019 e KS2030, de uso comercial. Foi realizada uma análise inicial de cada cultivar: tamanho da semente, teor de água e peso de mil sementes, seguidos de testes de germinação à 25°C sob luz constante, com contagem aos 7 e 14 dias. Ao final do teste de germinação, as sementes não germinadas foram avaliadas em tetrazólio com diferentes tempos de embebição (18h, 6h e 3h) em solução a 1%, visando verificar a viabilidade pela taxa de respiração das sementes. Com os resultados, foi possível apresentar fundamentos para a atualização das regras para análises de sementes de mamona, com base no comportamento das variedades que estão sendo utilizadas em cultivos modernos, a fim de melhorar os parâmetros utilizados nas avaliações e obter testes mais precisos e representativos do desempenho esperado em condições de campo.

Palavras-chave: Mamona. Dormência. Teste de Tetrazólio. Regra de Análise de Sementes (RAS). Análise de Sementes.

ABSTRACT

Castor bean (*Ricinus communis*) is a bushy oilseed species that was introduced in Brazil at the beginning of the colonial period, so that the vegetable oil extracted from its seeds could be used to lubricate sugarcane mill bearings. Given its high efficiency in seed dispersal, this species is considered, in many cases, an invasive plant. However, it is an agricultural crop that is widely exploited commercially and whose products have high economic value. The castor oil it produces is highly viscous, which gives it a high lubricating power. This oil has medicinal properties, which makes it highly appreciated by the pharmaceutical industry. An obstacle to the culture is the dormancy presented by some genotypes, which requires the caruncle to be removed in order for it to be overcome. Radicle protrusion is relatively slow, leading to delayed stand establishment in the field. In this circumstance, in an attempt to find alternatives to adapt the protocol described in the Rules for Seed Analysis (RAS), which was last updated for the crop in 1992, some divergences were observed in relation to the methods used by castor seed producers. Therefore, the objective of this work is to evaluate different soaking times in the tetrazolium solution, aiming to achieve better results in the analysis of batches of castor seeds developed in recent years, in order to make them more suitable and efficient. The experiment was carried out in the Seed Laboratory located at the Federal University of Lavras with the cultivars Mia, Tamar, Kariel, KS2019 and KS2030, for commercial use. An initial analysis was carried out for each cultivar: seed size, water content and weight of a thousand seeds, followed by germination tests at 25°C under constant light, with counting at 7 and 14 days. At the end of the germination test, the non-germinated seeds were evaluated in tetrazolium with different soaking times (18h, 6h and 3h) in a 1% solution, aiming to verify viability through the seed respiration rate. With the results, it was possible to present grounds for updating the rules for analyzing castor bean seeds, based on the behavior of the varieties that are being used in modern crops, in order to improve the parameters used in evaluations and obtain more accurate and representative tests. expected performance under field conditions.

Keywords: Castor bean. Numbness. Tetrazolium Test. Seed Analysis Rule (RAS). Seed Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Local de realização do experimento.	16
Figura 2 - Sementes híbridas utilizadas no experimento.	17
Figura 3 - Teste de Germinação.	17
Figura 4 – Teste de Umidade.	18
Figura 5 - Teste de Tetrazólio	19
Figura 6 - Aferição do tamanho.	20
Figura 7 - Sementes embebidas durante 3 horas.	23
Figura 8 - Sementes embebidas durante 6 horas.	23
Figura 9 - Sementes embebidas durante 18 horas.	25
Figura 10 - Comparação das sementes com diferentes concentrações de solução de tetrazólio	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do teste de vigor de sementes de mamona de diferentes híbridos em 7 dias.	21
Tabela 2 - Resultados do teste de germinação de sementes de mamona de diferentes híbridos em 14 dias.	21
Tabela 3 - Umidade	22
Tabela 4 - Desempenho de cada híbrido em tamanho de parte aérea e raízes.	22
Tabela 5 - Quadrados médios (QM) e Coeficientes de variação (CV), relativos à parte aérea e raiz das plântulas avaliadas a 14 dias após a germinação, de cinco variedades de sementes de mamona..	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Histórico da Mamona	12
2.2. Características da Mamona	13
2.3. Teste de Tetrazólio	14
2.4. Regra de Análise de Sementes (RAS)	15
3. METODOLOGIA	16
3.1. Local de estudo	16
3.2. Tratamentos	16
3.3. Caracterização Inicial	17
3.3.1. Teste de Germinação	17
3.3.2. Teste de Umidade	18
3.3.3. Peso de 1000 sementes	18
3.3.4. Banho Ultrassônico	18
3.4. Teste de Tetrazólio	19
3.5. Aferição de Tamanho	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis L.*), também conhecida como carrapateira ou rícino, é uma espécie de origem tropical que ocorre naturalmente desde a longitude 40° Norte até 40° Sul sendo cultivada comercialmente em mais de 15 países (VIEIRA; LIMA, 2021).

Cultivada em nosso país desde a época da colonização para a exploração do óleo de suas sementes, utilizado como lubrificante para os engenhos de cana-de-açúcar (RIBEIRO, 2020).

Atualmente ainda é muito utilizada para fins industriais, químicos e farmacêuticos, por conter ótimas propriedades e características como viscosidade e benefícios aos seres humanos (BATISTA et al., 1997).

Motivos esses que seu óleo é o principal insumo explorado, dando origem também a torta que é muito utilizada como adubo por seus diversos benefícios.

Sabe-se que a mamona já foi muito cultivada em nosso país, principalmente na região do nordeste, contudo foi perdendo espaço para outras culturas ao longo dos anos.

No cenário atual houve a necessidade de aumentar a produtividade, que segundo a Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) devido ao crescimento da produção de biodiesel e, por ser uma alternativa sustentável, levando também em consideração sua alta aptidão produtiva e econômica, como matéria prima de outros coprodutos como a torta (AMORIM, 2005).

Com menos áreas plantadas houve a necessidade de modernização e investimento em tecnologia em suas sementes, principal insumo, para que aumentasse a produtividade da cultura. No ranking mundial de países produtores, se destacam a Índia, China, Moçambique e Brasil, onde a principal região produtora é o Nordeste, com destaque para o estado da Bahia que responde por mais da metade da produção nacional (OLIVEIRA; ARRIEL, 2019).

É importante ressaltar que para o estabelecimento da cultura, um empecilho é a dormência apresentada por algumas variedades, que necessitam períodos superiores para apresentar a profusão da radícula em algumas cultivares, dificultando assim o estabelecimento de áreas agrícolas homogêneas. De acordo com as Regras para Análise de Sementes, a remoção da carúncula facilita o processo de embebição e se caracteriza como procedimento adotado para a superação de dormência em sementes de mamona (BRASIL, 2009).

Com o avanço na retomada de seu cultivo, técnicas laboratoriais que ajudam nas tomadas de decisão dos agricultores, nas vendas e comercialização das sementes são necessárias, como testes de germinação, peso, tetrazólio entre outros que podem auxiliar na quebra de dormência e verificação da viabilidade das sementes.

Deste modo buscou-se com este trabalho avaliar diferentes metodologias de teste de tetrazólio, a fim de melhorar e otimizar o resultado de viabilidade e qualidade fisiológica das sementes dos novos híbridos de mamona. Criando assim novas oportunidades de projetos para a atualização das metodologias dispostas na RAS - Regra de Análise de Sementes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Histórico da Mamona

A mamona (*Ricinus Communis L.*) é uma planta oleaginosa de porte arbustivo, que tem no óleo de suas sementes o principal produto comercial. Não se sabe ao certo o seu centro de origem, pois ela tem uma fácil adaptação a diferentes tipos de ambiente. Alguns melhoristas acreditam que o seu centro de origem seja o continente asiático (WEISS, 1983). Entretanto, muitos consideram que a cultura seja originária do nordeste da África, mais precisamente da Etiópia, antiga Abissínia (BELTRÃO, 2002). Ainda para Weiss (1983), a semente de mamona foi um importante item comercial no antigo Egito, sendo encontrada em tumbas e sarcófagos, datando de mais de quatro mil anos antes de Cristo.

A mamona vem sendo explorada no Brasil desde a sua colonização. O seu óleo, retirado das sementes contém ácido ricinoleico, que apresenta características únicas é fonte de matéria prima para alimentos, química têxtil, papéis, plásticos e borrachas, perfumaria, cosméticos, farmácia, eletroeletrônicos e telecomunicações, tintas e adesivos, lubrificantes, etc (AMORIM, 2005).

Em nosso país a planta foi introduzida na era colonial a fim de ser usada como principalmente como lubrificante para as máquinas de engenho, e com a sua facilidade em adaptação logo a planta se espalhou para todo o país.

Nos dias atuais a mamona ainda é explorada pelo seu óleo, pois o mesmo confere grande densidade e viscosidade quando comparado a outros óleos vegetais fixos. Logo, é explorada pelas indústrias químicas e na produção de biocombustíveis. O desenvolvimento de produtos a partir do óleo vegetal de sementes de mamona são oriundos da chamada indústria ricinoquímica.

O Brasil se constituía, há algumas décadas, no maior produtor mundial de mamona e maior exportador de seu principal do seu óleo. Na safra de 1974 foram produzidas aproximadamente 573.000 toneladas de mamona (AZEVEDO et al., 1997). Posteriormente, houve grande queda de produção que, segundo os autores das Recomendações Técnicas Para O Cultivo Da Mamoneira No Nordeste Do Brasil, ocorreu em função da pouca tecnologia investida para cultura. Este cenário vem mudando atualmente com o surgimento de tecnologias para a mecanização da cultura da mamona e o desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas a esta forma de produção. Também os benefícios ocasionados pela inserção desta

espécie em sistemas de produção têm contribuído para a retomada da rinocultura do agronegócio brasileiro.

2.2. Características da Mamona

A mamona é uma planta tropical e rústica, que pertence à classe das dicotiledôneas e a família das Euphorbiaceae.

Possivelmente é a única oleaginosa que produz óleo glicídico, com o álcool propanotriol, solúvel em álcool conhecido pelo homem. Ela possui entre 35% a 55% de óleo em suas sementes (BELTRÃO, 2002).

A cultura tem um comportamento perene e hábitos arbustivos com a sua altura podendo chegar a até 8 metros. Além disso, a coloração do seu caule, folha e frutos pode variar, também como seu peso, tamanho das sementes e conteúdo do óleo (RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002).

A mamona é exigente em calor e luminosidade, e responsiva à nutrição vegetal. Possui sistema radicular abundante e profundo, o que facilita o arejamento nas camadas do solo, resultando no melhoramento das suas propriedades físicas (ALVES; SOBRINHO; CARVALHO, 2004).

O sistema radicular da cultura é pivotante, podendo atingir até 1,5 de profundidade, o que confere sua resistência a déficits hídricos e a ciclagem de nutrientes alocados nos horizontes mais profundos do solo. Suas folhas predominantemente são grandes, verde escuras, brilhantes e palmadas com 5 a 11 lóbulos e nervuras proeminentes na face inferior (DRUMOND et al., 2008). Apresentam também flores monóicas, onde as femininas ficam na parte superior enquanto as masculinas na parte inferior da panícula. Seu fruto é do tipo tricoca, assim como o de outras euforbiáceas como a seringueira e a mandioca.

Quanto à deiscência, característica ecofisiológica caracterizada pela abertura natural dos frutos para a expulsão das sementes, como método de dispersão da espécie, as plantas de mamona se classificam em: deiscentes, semi-deiscentes e indeiscentes (WEISS, 1983). Esta característica é muito importante para a viabilidade de determinada cultivar em integrar arranjos produtivos, uma vez que a deiscência é um fator que favorece perdas na colheita e o estabelecimento da cultura de maneira indesejada na safra seguinte, como tiguera.

Já as sementes apresentam germinação de forma epígea e são de várias formas, tamanhos, cores e pesos, e algumas variedades podem apresentar dormência.

2.3. Teste de Tetrazólio

Quando se fala em sementes há uma grande necessidade de desenvolvimento de testes rápidos para determinar a qualidade fisiológica das sementes, sendo assim desde muito tempo vem se procurando testes eficientes para a determinação da mesma.

Em 1875, foi desenvolvida uma técnica com ácido sulfúrico que fornecia informações grosseiras sobre a qualidade da semente. Mais tarde, em 1925, houve a tentativa da utilização de corantes que também não forneciam resultados confiáveis (NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

Desde então, houveram várias tentativas com métodos e componentes diferentes que trouxessem mais eficiência para esse processo, e que não apresentassem grandes riscos aos analistas que manipulavam os reagentes.

E em 1941, os pesquisadores Kühn e Jerchel descobriram que os sais de tetrazólio se reduzem nos tecidos vivos, resultando em um composto de cor vermelha, o formazan. Logo após pesquisas, eles determinaram que o melhor sal para a viabilidade das sementes era o 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio (NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

Este composto se tornou uma alternativa que permite a avaliação da viabilidade de sementes dormentes, recalcitrantes e aquelas que germinam devagar durante os testes laboratoriais (BRASIL, 2009). O teste de tetrazólio se baseia na atividade das enzimas desidrogenases as quais catalisam as reações durante a glicólise e o ciclo de krebs (NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

Nos tecidos vivos que apresentam atividades respiratórias e metabólicas normais estas enzimas reagem com o sal, formando um composto insolúvel e estável de coloração avermelhada (DELOUCHE et al., 1976).

[...] A intensidade e localização das partes coloridas e descoloridas são utilizadas para a interpretação do teste. As sementes viáveis tendem a absorver a solução de tetrazólio lentamente, desenvolvendo coloração mais suave do que sementes deterioradas, que adquirem coloração rosa forte. Os tecidos mortos, nos quais não há atividade dessas enzimas, são caracterizados pela coloração branca ou amarelados e textura flácida (COSTA; SANTOS; ROSSI, 2009, p. 2).

Entretanto, alguns fatores influenciam na condução do teste, tais como a concentração da solução, temperatura e o tempo de exposição a solução (PAIVA et al., 2017). Diferentes espécies necessitam de um método de preparo diferente para que a coloração dos tecidos seja passível de interpretação pelos técnicos, de maneira que a coloração provocada por tempos ou concentrações excessivos pode induzi-lo a classificar a taxa respiratória da semente como

excessiva. As metodologias para a execução do teste de tetrazólio para a maioria das espécies cultivadas estão descritas nas Regras de Análise de Sementes.

2.4. Regra de Análise de Sementes (RAS)

Em 1869 na Europa percebeu-se a necessidade de determinar a qualidade das sementes e então criaram o primeiro laboratório de sementes, seguido do primeiro manual de análise de sementes publicado em 1876. Logo após na América em 1897, foi dada a origem a primeira Regra de Análise de Sementes (SILVA; DANTAS, 2009).

Com o aumento da necessidade das análises de sementes, foi necessária uma padronização dos métodos e procedimentos. Para suprir essa necessidade foi criada a Associação de Analistas Oficiais de Sementes da América do Norte - AOSA.

Assim como na América, foi fundada na Europa em 1924 a Associação Internacional de Análise de Sementes - ISTA com o objetivo de estabelecer procedimentos padrões para amostragem e análise de sementes, participando no desenvolvimento da pesquisa na área de tecnologia de sementes, e estimulando a certificação de novas cultivares, além também de padronizar o comércio nacional de sementes. E assim atualmente 73 países seguem a Regras de Análise de Sementes do ISTA que vem sendo publicadas e atualizadas desde 1928.

Entende-se por fim que a RAS tem como finalidade: determinar a qualidade de um lote de sementes, o valor das sementes para a semeadura, fornecer dados para a etiquetagem e fiscalização do comércio, estabelecer bases para a compra e venda, fixar bases para distribuir, armazenar ou descartar, avaliar o beneficiamento, auxiliar a pesquisa e melhoramento genético e identificar problemas e possíveis causas (ANÁLISE DE SEMENTES, 2020).

No Brasil as primeiras análises foram publicadas em 1956 e em 1967 com base nas regras da ISTA e da AOSA, o Ministério da Agricultura editou as primeiras Regras para Análise de Sementes (RAS) brasileiras (SILVA; DANTAS, 2009). E anos após em 1997 o Ministério da agricultura definiu que as análises de sementes, para o comércio nacional e internacional, devem ser realizadas de acordo com as regras da ISTA, e assim vem se atualizando até exemplar mais atual sendo do ano de 2009.

É importante ressaltar que essas análises precisam ser feitas em locais certificados, como: as LAS - Laboratórios de Análise de Sementes e principalmente os LASOs - Laboratórios de Análise de Sementes Oficiais.

3. METODOLOGIA

3.1. Local de estudo

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes do Departamento de Agricultura (DAG), no Setor de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (Figura 1).

Figura 1 – Local de realização do experimento.



Fonte: Do Autor (2023).

3.2. Tratamentos

Os tratamentos avaliados são sementes híbridas fornecidas pela empresa de genética e melhoramento de mamona, Kaiima. Todas as sementes comerciais testadas receberam tratamento com fungicida Vitavax (Ingrediente Ativo: Carboxina 200 g/L - Tiram 200 g/L), dentre elas estão, Kariel, Ks2019, Ks2030, Mia e Tamar (Figura 2).

Figura 2 - Sementes híbridas utilizadas no experimento.



Fonte: Do Autor (2023).

3.3. Caracterização Inicial

3.3.1. Teste de Germinação

Em março de 2023 foi realizado o primeiro teste de germinação entre papel (EP) com 200 sementes de cada híbrido em papel Germitest, divididas em 8 repetições de rolo com 25 sementes para cada cultivar, com o germinador em uma temperatura de 25°C. Decorridos 7 e 14 dias, foram avaliadas e contadas as sementes que germinaram. Após 14 dias foi avaliado o comprimento das raízes e parte aérea das plântulas (Figura 3).

Figura 3 - Teste de Germinação.



Fonte: Do Autor (2023).

3.3.2. Teste de Umidade

Ainda em março foram retiradas 100 sementes de cada híbrido, para a verificação da porcentagem de umidade presente nas mesmas.

Foram separados e pesados 10 cadinhos, em seguida foram acrescentadas 50 sementes em cada, e novamente pesados (Figura 4). Após o processo as sementes foram levadas para a estufa, onde permaneceram 24 horas a 35°C e em seguida novamente pesadas, obtendo assim as informações para o seguinte cálculo:

Fórmula 1:

$$U\% = ((\text{Peso Fresco} - \text{Peso Seco}) / (\text{Peso Fresco} - \text{Peso do Recipiente})) * 100$$

Figura 4 – Teste de Umidade.



Fonte: Do Autor (2023).

3.3.3. Peso de 1000 sementes

Para fazer esta avaliação foram separadas em 8 repetições de 100 sementes, de cada híbrido, pesadas e então aferido a média das mesmas

3.3.4. Banho Ultrassônico

Já em abril do mesmo ano, foram separadas 300 sementes de cada híbrido, e submetidas a um processo de banho ultrassônico dentro de saquinhos feitos de filó e nos diferentes tempos a seguir: 2min, 4min, 6 min, 12 min e 18 min.

E em seguida, estas sementes foram novamente colocadas no germinador por 14 dias a fim de verificar e comparar, comportamentos diferentes entre elas.

3.4. Teste de Tetrazólio

Ao decorrer do experimento foi efetuado o teste de tetrazólio, com a solução a 1%. Foram feitos 3 métodos, o primeiro imerso 18 horas, seguindo a RAS, em sementes pré embebidas em água por 24 horas. Em seguida, o teste foi efetuado nas sementes embebido na solução por 6 horas, tempo mínimo estipulado pela RAS. E por fim após o banho ultrassônico, as sementes não germinadas foram imersas na solução de tetrazólio por 3 horas, tempo adaptado visando maior eficiência. (Figura 5).

Figura 5 - Teste de Tetrazólio



Fonte: Do Autor (2023).

3.5. Aferição de Tamanho

Após 14 dias de germinação com o auxílio de uma régua foi medido no programa ImageJ o tamanho das plântulas mais desenvolvidas de todos os tratamentos (Figura 6). Essas medidas eram separas por parte aérea e raiz e por seguinte era aferido a médias de cada indivíduo.

Figura 6 - Aferição do tamanho.



Fonte: Do Autor (2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de germinação aos 7 dias obtidos em laboratório, estão presentes na Tabela 1. Os 5 híbridos foram separados e submetidos a condições ótimas de temperatura e umidade dentro de germinadores. Com isso, foi possível observar diferentes comportamentos para cada indivíduo. Ressaltando que em sua embalagem a germinação mínima é de 80%.

Pelos resultados obtidos, nota -se que os híbridos KS2019 e Kariel com apenas 7 dias já atendem a porcentagem mínima de germinação disposta na embalagem.

Tabela 1 - Resultados do teste de vigor de sementes de mamona de diferentes híbridos em 7 dias.

Variedade	Total de germinadas (7 dias)	Total %
KS2030	144	72
KS2019	175	87
Kariel	168	84
Tamar	76	38
Mia	60	30

Fonte: Do Autor (2023).

A Tabela 2, mostra os valores médio de germinação aos 14 dias, também obtidos em laboratório. Submetidos às mesmas condições anteriores dentro de germinadores.

Entende - se que em 14 dias duas das variedades não atendem a esse requisito, tendo um crescimento mais lento, sendo elas Tamar e Mia. Contudo, o recomendado são 21 dias, para resultados mais precisos.

Tabela 2 - Resultados do teste de germinação de sementes de mamona de diferentes híbridos em 14 dias.

Variedade	Total de germinadas (14 dias)	Total %
KS2030	169	84
KS2019	189	94
Kariel	176	88
Tamar	94	47
Mia	99	49

Fonte: Do Autor (2023).

Mostra-se na Tabela 3 a porcentagem média presentes nas variedades dos lotes enviados.

Tabela 3 - Umidade

Variedade	Umidade (%)
KS2030	6,64
KS2019	6,68
Kariel	5,56
Tamar	6,02
Mia	6,85

Fonte: Do Autor (2023).

Visando analisar o desenvolvimento inicial das plântulas de mamona, a Tabela 4 demonstra o desempenho de cada híbrido em tamanho de parte aérea e raízes.

Neste contexto observa-se que a híbrido Tamar apesar de apresentar uma baixa germinação, apresenta um ótimo desenvolvimento inicial, sendo a maior em parte aérea e tendo um excelente resultado de tamanho de raiz.

Tabela 4 - Desempenho de cada híbrido em tamanho de parte aérea e raízes.

Variedade	Parte Aérea	Raízes
KS2030	10,30	14,32
KS2019	8,64	13,85
Kariel	11,31	15,72
Tamar	12,28	13,86
Mia	5,97	10,7

Fonte: Do Autor (2023).

Tabela 5 - Quadrados médios (QM) e Coeficientes de variação (CV), relativos à parte aérea e raiz das plântulas avaliadas a 14 dias após a germinação, de cinco variedades de sementes de mamona..

Tabela de análise de variância			
Fator de variação	G.L.	Q.M	
		Parte Aérea	Raiz
Variedades	4	75,41**	36,25NS

Tabela de análise de variância			
Fator de variação	G.L.	Q.M	
		Parte Aérea	Raiz
Erro	45	15,36	15,82
Total	49	49	49
C.V (%)		30,14	42,69
DMS		4,98	5,05

Fonte: Do Autor (2023).

O teste de tetrazólio realizado nas sementes que não haviam germinado em 14 dias deu 100% de sementes viáveis em todos os híbridos, o que indica que as mesmas podem apresentar algum tipo de dormência ou que o teste de germinação indicado pelas RAS deve ser adaptado às novas cultivares comerciais, que necessitam de período maior para que apresentem a germinação fisiológica.

A diferença vem em seguida com a concentração de solução de sal de tetrazólio e ou com o tempo de embebição, onde, na Figura 7 apresenta as sementes embebidas durante 3h, tempo que facilitou a visibilidade do estado das sementes. Na Figura 8, embebidas durante 6h, tempo mínimo disposto pela RAS e Figura 9 embebidas durante 18 h, tempo médio disposto pela a RAS.

Figura 7 - Sementes embebidas durante 3 horas.



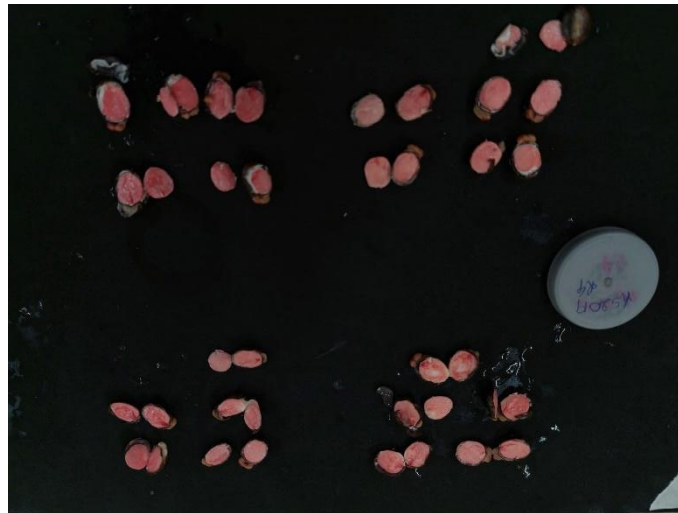
Fonte: Do Autor (2023).

Figura 8 - Sementes embebidas durante 6 horas.



Fonte: Do Autor (2023).

Figura 9 - Sementes embebidas durante 18 horas.



Fonte: Do Autor (2023).

Pondera-se que em um tempo menor disposto pela RAS é possível e mais preciso a verificação de viabilidade das sementes, não germinadas. Como mostrado a diferença de coloração na imagem seguinte

Figura 10 - Comparação das sementes com diferentes concentrações de solução de tetrazólio



Fonte: do Autor (2023).

5. CONCLUSÃO

Em suma, entende-se que em um tempo menor disposto pela RAS é possível e mais preciso a verificação de viabilidade das sementes, não germinadas.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, é possível compreender que os protocolos da Regra de Análise de Sementes (RAS) devem ser constantemente atualizados, visando melhorar a eficiência das análises e acompanhar as mudanças tecnológicas das sementes, para melhores resultados e melhor aproveitamento de tempo nas análises.

Em relação a porcentagem de germinação, fica a critério de novos trabalhos avaliarem se os híbridos Tamar e Mia após 21 dias correspondem a porcentagem esperada, descrita em sua embalagem.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Maria Odete; SOBRINHO, José Narciso; CARVALHO, José Maria Marques De. **Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 41 p. Disponível em: <https://g20mais20.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1488>.
- AMORIM, Pablo Quirino Ribeiro De. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semiárido brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação**. 2005. 95 p. Monografia (Bacharelado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/academico-20.aspx>.
- Análise de Sementes**. Laboratório de Análise de Sementes - UFSM. 2020. Disponível em: <https://www.ufsm.br/laboratorios/sementes/analise-de-sementes>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- AZEVEDO, Demóstenes Marcos Pedrosa De; LIMA, Emídio Ferreira; BATISTA, Fernando Antônio Souto; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; SOARES, José Janduí; VIEIRA, Robson de Macêdo; MOREIRA, José de Alencar Nunes. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica nº25, 1997. 52 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/270023?mode=full>.
- BATISTA, F.A.S.; LIMA, E.F.; AZEVEDO, D.M.P. de; SANTOS, J.W. dos; PIRES, V.A. **Avaliação do nível de resistência de genótipos de mamoneira às podridões causadas por *Macrophomina phaseolina* e *Botryodiplodia theobromae***. Campina Grande: Embrapa-CNPA, Comunicado Técnico nº57, 1997.
- BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo. **Torta de Mamona (*Ricinus Communis* L.): Fertilizante e Alimento**. Campina Grande, PB: Embrapa, Comunicado Técnico nº171, 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/275867/1/COMTEC171.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>.
- COSTA, Caroline Jácome; SANTOS, Carolina Paula Dos; ROSSI, Paulo. **Recomendações para o teste de tetrazólio em sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* e *L. leucocephala* x *L. diversifolia*)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, Comunicado Técnico nº160, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/659457/recomendacoes-para-o-teste-de-tetrazolio-em-sementes-de-leucena-leucaena-leucocephala-e-l-leucocephala-x-l-diversifolia>.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1976. 106 p. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=259255&biblioteca=vazio&busca=\(autoria:%22STILL,%20T.%20W.%22\)&qFacets=\(autoria:%22STILL,%20T.%20W.%22\)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=259255&biblioteca=vazio&busca=(autoria:%22STILL,%20T.%20W.%22)&qFacets=(autoria:%22STILL,%20T.%20W.%22)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1).
- DRUMOND, Marco Antônio; ANJOS, José Barbosa Dos; MORGADO, Luiz Balbino; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; SEVERINO, Liv Soares. **Cultivo da Mamoneira**

para o Semi-Árido Brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, Circular Técnica nº85, 2008. 12 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/161504>.

NETO, José B. França; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; COSTA, Nilton Pereira Da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, Documentos nº116, 1998. 72 p. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/TRETRAZÓLIO.pdf>.

OLIVEIRA, Anderson Ramos De; ARRIEL, Nair Helena Castro. As principais oleaginosas da agricultura familiar. *In: Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido.* Brasília, DF: Embrapa, 2019. 467 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204569/1/Agricultura-familiar-dependente-de-chuva-no-semiarido-2019.pdf>.

PAIVA, E. P. et al. Teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de maxixe. **Revista Ciência Agronômica**, [S. l.], v. 48, n. 1, p. 118-124, 2017.

RIBEIRO, Fernando Augusto Sales. **Ensaio sobre a avaliação da germinação e viabilidade de sementes de Phlox em sal de tetrazólio.** 2020. 24 p. Monografia (Dissertação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

RODRIGUES, Rosa Fátima de Oliveira; OLIVEIRA, Fernando De; FONSECA, André Marcel. As folhas de Palma Christi - *Ricinus communis* L. Euphorbiaceae Jussieu - Revisão de conhecimentos. **Lecta-USF**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 183-194, 2002. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-359805>.

SILVA, Fabrício Francisco Santos Da; DANTAS, Bárbara França. **Análise de Sementes de Hortaliças no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Semi-Árido – LASESA.** *In: IX CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS*, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/428407/1/Semtitulo.pdf>.

VIEIRA, Robson de Macedo; LIMA, Emídio Ferreira. Importância sócio-econômica e melhoramento genético da mamoneira no Brasil. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, [S. l.], 2021. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br:8080/catalogo//livroorg/mamona.pdf>.

WEISS, E.A. **Oilseed crops.** London: Longman, 1983, 660 p.