

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

ÍVINA EMANUELA SILVA CAVALCANTI

**PETROLINA, PE
2021**

ÍVINA EMANUELA SILVA CAVALCANTI

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2021**

C377

Cavalcanti, Ívina Emanuela Silva.

Avaliação da qualidade de sementes: uma revisão bibliográfica / Ívina Emanuela Silva Cavalcanti. - 2021.

60 f. : il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2021.

Bibliografia: f. 48-60.

1. Sementes. 2. Qualidade. 3. Germinação.
I. Título.

CDD 631.521



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO SERTÃO PERNAMBUCANO

FOLHA DE APROVAÇÃO

ÍVINA EMANUELA SILVA CAVALCANTI

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo, pelo Instituto Federal de
Educação, Ciências e Tecnologia Sertão
Pernambucano, Campus Petrolina Zona
Rural.

Aprovado em: 10 / 03 / 2021

Banca Examinadora

Dra. Ana Elisa Oliveira dos Santos
Orientador/Presidente
IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural

Dr. Clóvis Manoel Carvalho Ramos
2º Examinadora
UNIVASF, Campus Juazeiro, Engª Agrícola

Aline Rocha:94533229549

Assinado de forma digital por Aline Rocha/94533229549
Data: 2021.03.10 10:13:26
Certificado: 94533229549

Dra. Aline Rocha
3º Examinador
IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural

Ana Elisa
Oliveira dos
Santos:

79611079591

Digitally signed by Ana Elisa Oliveira dos Santos/79611079591
DN: CN=Ana Elisa Oliveira dos Santos/79611079591, OU=IF Sertão-PE, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sertão Pernambucano, O=ICPE/IF Sertão-PE, C=BR
Reason: I affirm to the accuracy and integrity of this document.
LocDate:
Date: 2021.03.10 10:13:26
Font: Mozilla/Version: 9.0.1

RESUMO

Conforme a legislação vigente no Brasil, as sementes devem ser submetidas a diversas análises, para que seja comprovada a sua qualidade, antes de serem liberadas para comercialização. Para verificar a qualidade das mesmas é necessário que um lote seja amostrado e encaminhado para um Laboratório credenciado pelo MAPA. Existe vários métodos descritos na Regras para Análise de sementes (RAS) e a escolha do método vai depender da espécie e dos equipamentos disponíveis nos laboratórios. Geralmente realiza-se o teste de germinação, no entanto, esse teste pode apresentar erros devido a sua execução ser em ambiente controlado e para complementar, usa-se o teste de vigor que é executado em condições adversas. Para construção desse trabalho foi realizado consultas no Google Acadêmico a diversos periódicos, nas Regras de Análise de Sementes e sites. Objetivou-se com esta revisão bibliográfica, levantar informações sobre os diversos métodos utilizados na avaliação da qualidade de sementes.

Palavras-chaves: Qualidade fisiológica; Germinação de sementes; Vigor de sementes.

A Deus.
Ofereço

Dedico à minha mãe, Conceição.

AGRADECIMENTOS

A Deus agradeço pela força que tem me dado para chegar até aqui e todas oportunidades proporcionadas.

A minha mãe Conceição pelo amor, incentivo, investimento e por acreditar em mim.

A minha irmã Daniela por acreditar no meu sonho.

A minha amiga Maria do Socorro por me incentivar.

Aos companheiros de curso Eugênia, Laine, Letícia, Lucas e Murilo que me ajudaram na jornada acadêmica.

Ao meu namorado Gean por tornar a minha vida mais feliz e me apoiar.

Aos docentes, Prof^a Ana Elisa e Prof^o Clóvis Manoel que me orientaram na elaboração desse trabalho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Componentes identificados em análise de pureza física de lotes de sementes.....	12
Figura 2 - Embalagem contendo sementes de milho, com informações de pureza física no rótulo.....	13
Figura 3 - Exemplos de crivo das peneiras. A) circular e B) Oblongo.....	16
Figura 4 - Embalagem contendo sementes de pimenta malagueta, com informações sobre o potencial germinativo no rótulo.....	20
Figura 5 - Transferência da placa contadora para o substrato de papel.....	21
Figura 6 - Sementes de feijão-caupi viáveis (1, 2 e 3), Sementes inviáveis com danos na radícula (4, 5 e 6), Sementes mortas (7, 8 e 9).....	34
Figura 7 - Plântulas dispostas sobre a cartolina preta para o Scanner processar as imagen.....	38
Figura 8 - Scanner invertido para realização de transferência de imagens das plântulas para o computador.	39
Figura 9 - Plântulas dispostas nas células do EVA para retirar as fotos das plântulas com a câmera fotográfica.	40
Figura 10 - Processamento de dados do software SAPL.....	40
Figura 11 - Imagem radiografada de semente de melão: A) Semente bem formada internamente, B) semente com malformação e C) sementes com danos físicos de predação e trincas.	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1. Análise de pureza física.....	12
3.2. Teste de uniformidade (retenção em peneira).....	15
3.3. Determinação do grau de umidade.....	17
3.4. Teste de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG)	19
3.5. Teste de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE).....	24
3.6. Desempenho de plântulas	26
3.7. Condutividade elétrica	27
3.8. Teste de frio	29
3.9. Teste de envelhecimento acelerado.....	31
3.10. Teste de tetrazólio	33
3.11. Teste de sanidade.....	35
3.12. Análise computadorizada de imagens de plântulas.....	37
3.13. Teste de raio X.....	41
3.14. Teste de pH do exsudato (Fenolftaleína).....	43
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
5. REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

A semente é a principal forma de propagação das espécies cultivadas, a sua qualidade em conjunto com os tratamentos culturais exerce grande influência no aumento da produtividade. Visando o estabelecimento das culturas, os produtores procuram por sementes que possuam qualidade garantida.

A análise de semente é uma avaliação técnica realizada em laboratórios certificados, que tem como objetivo analisar a qualidade e identidade das amostras. O termo qualidade refere-se ao conjunto de atributos inerentes a sementes ou a mudas, que permite comprovar a origem genética, o estado físico, fisiológico e fitossanitário delas (BRASIL, 2003).

A lei federal 10.711/2003, regulamenta a garantia da identidade e da qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional (BRASIL, 2003). Dessa forma, a comercialização de sementes somente é permitida após a realização de testes que comprovem que os padrões mínimos de qualidade tenham sido atendidos no processo de certificação (MEDEIROS, 2019).

A portaria N° 457, de 18 de dezembro de 1986, estabelece padrões para sementes olerícolas fiscalizadas (BRASIL, 1986). Sendo assim, as sementes certificadas e fiscalizadas devem seguir os padrões recomendados para que possam ser comercializadas.

Os testes são elaborados em laboratórios, sendo um procedimento de fundamental importância para o setor agrícola, devido permitir a identificação de problemas com a perda de qualidade de sementes e auxiliar na tomada de decisão para a correção das anormalidades (CÂMARA, 2016). Para obtenção de resultados corretos nos diversos métodos de análise de qualidade de sementes, é imprescindível que a amostragem enviada ao laboratório represente o lote original de sementes.

A instrução Normativa MAPA nº 9 de 02/06/2005 regulamenta que a análise de sementes somente deverá ser realizada em laboratório credenciado no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) (BRASIL, 2005).

Os diversos métodos utilizados na análise de qualidade de sementes são especificados nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009b). Apenas o

teste de germinação não é suficiente para refletir o comportamento da semente em condições de campo, assim os testes de vigor complementam esta informação para uma melhor avaliação de como a semente irá germinar e se desenvolver nas condições de campo (PIVA, 2017).

Existe uma variedade de métodos para testar o vigor das sementes, dentre eles: envelhecimento precoce, teste de tetrazólio, teste de frio, peso da matéria seca, teste de condutividade elétrica e comprimento de plântula (SILVA, 2017). No entanto, com os avanços tecnológicos as pesquisas na área de sementes têm priorizado os procedimentos computadorizados (WENDT *et al.*, 2017).

A necessidade de testes mais rápidos com resultados representativos é uma das aspirações de empresas produtoras de sementes que necessitam de testes com menor demanda de tempo, para que seus produtos cheguem logo no mercado (BRANDANI, 2017).

Diante do contexto realizou-se um levantamento bibliográfico dos diversos métodos utilizados para análise da qualidade de sementes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar um levantamento bibliográfico dos diversos métodos utilizados para análise da qualidade de sementes, com o intuito de disponibilizar um material que poderá ser utilizado por docentes/discentes do Curso de Agronomia, em seus estudos acadêmicos e pesquisas.

2.2 Objetivos específicos

- Referenciar as análises realizadas para avaliar o potencial germinativo e desempenho de plântulas de diversas culturas.
- Atualizar informações sobre as metodologias empregadas nas análises em sementes de diversas espécies.
- Preparar um material que disponibilize informações sobre as metodologias utilizadas na avaliação de qualidade de sementes.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ANÁLISE DE PUREZA FÍSICA

Para avaliação a qualidade física de uma lote de sementes, o primeiro procedimento é a análise de pureza física. Nesta avaliação, determina-se a composição percentual por peso, a identidade das sementes e o material inerte da amostra (BRASIL, 2009b), conforme descritos no fluxograma abaixo (Figura 1):

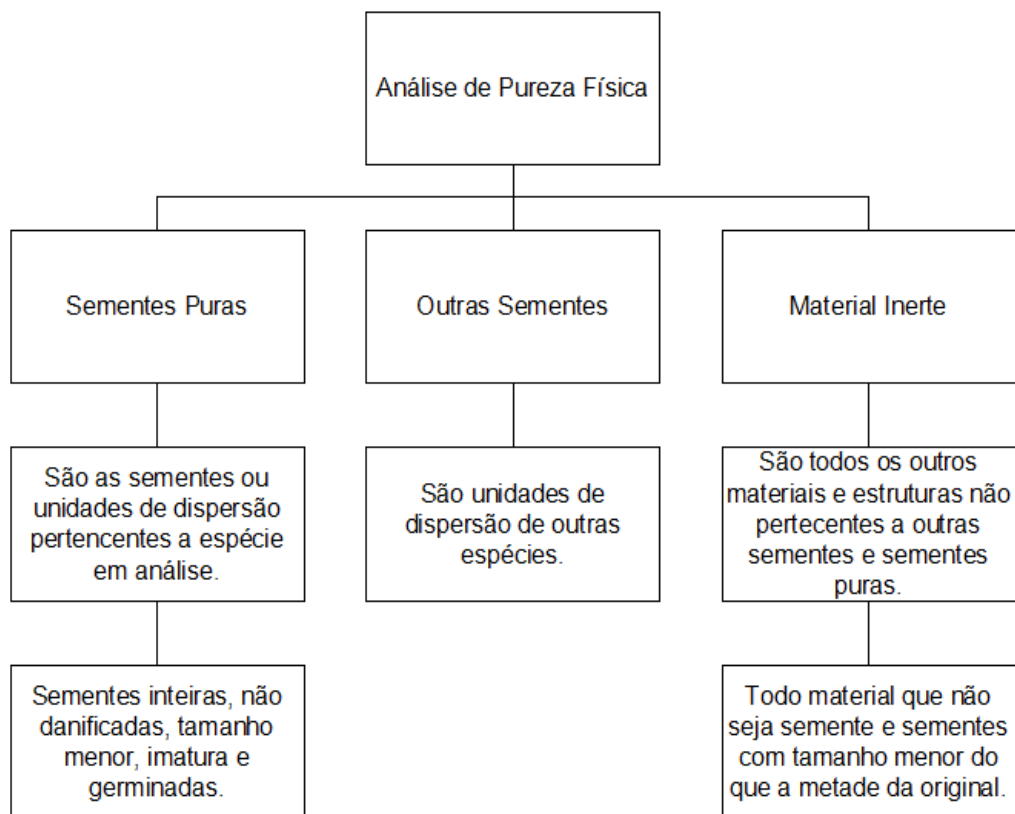


Figura 1. Componentes identificados em análise de pureza física de lotes de sementes.

Segundo Neto *et al.* (2014) sementes danificadas podem apresentar baixo índice de germinação e as impurezas presentes no lote de sementes podem causar problemas com a presença de sementes de espécies invasoras e patógenos. Para Frandoloso (2012) o valor da pureza nas embalagens de sementes permite que o

agricultor saiba o quanto ele está adquirindo de semente pura e que aquelas sementes não irá disseminar plantas daninhas na sua área.

De acordo com Sá *et al.* (2011) para iniciar a análise de pureza física é necessário obter o peso mínimo da amostra para cada espécie conforme a RAS. As sementes que não tiverem seus pesos descritos na RAS, deve-se realizar comparação com uma espécie de semente que tenha o mesmo tamanho e peso, devendo a amostra conter no mínimo 2.500 sementes. Após a pesagem, com o auxílio de uma pinça faz-se a separação das sementes puras das outras sementes e do material inerte, sobre uma cartolina branca e depois realiza-se uma nova pesagem com cada tipo de componente, anotando os seus respectivos valores.

De acordo com a Instrução Normativa MAPA nº 9 de 02/06/2005 (BRASIL, 2009), para a comercialização de sementes, as embalagens devem conter informações sobre o valor percentual de pureza física, o peso líquido ou do número de sementes na embalagem, o lote, a safra de produção, nome da cultivar, entre outras informações, conforme destacado na figura abaixo (Figura 2).



Figura 2. Embalagem contendo sementes de milho, com informações de pureza física no rótulo.

Segundo a adaptação de Sá *et al.* (2011) da RAS (BRASIL, 2009b) para obter o valor da percentagem de pureza física da amostra de trabalho, utiliza-se a fórmula:

$$\% \text{ de Pureza} = \frac{\text{Peso de sementes puras} \times 100}{\text{Peso final}}$$

Em que:

Peso final - Representa o somatório de todo o material pesado (sementes puras, outras sementes e o material inerte).

De acordo com a RAS deve-se somar todos os componentes, para identificar se houve ganho ou perda de peso. A diferença entre o peso final e o peso inicial deve ser menor do que 3% do peso inicial, conforme o exemplo na tabela 1, caso não seja, um novo teste deve ser realizado com duas subamostras (BRASIL, 2009b).

Tabela 1. Exemplo de cálculo

Amostra de Trabalho	(g)
Peso Inicial	6, 010
3% do Peso Inicial	0, 180
Peso Final	5, 997

Fonte: Brasil (2009, p. 98)

- A diferença entre o peso inicial e o peso final: $6,010 - 5,997 = 0,013$, sendo $< 0,180$.

A qualidade física e fisiológica das sementes pode ser afetada por procedimentos realizados na colheita, no beneficiamento, na secagem, no armazenamento, manejo no cultivo e atributos genéticos das sementes (FERREIRA *et al.*, 2010).

O beneficiamento de sementes é uma etapa de fundamental importância no processo de produção. Por meio desta etapa, ocorre a remoção de impurezas nos lotes de sementes, no entanto, falhas neste processo podem ocasionar problemas relacionados a presença de impurezas em lotes de sementes, devido a restos culturais (palhas, outras sementes, etc), provenientes do beneficiamento de lotes anteriores, sem a devida higienização do local e equipamentos, além de quebra das sementes, entre outros. A análise de pureza física pode indicar falhas no processo de beneficiamento.

Nerling *et al.* (2014) trabalhando com sementes de milho (*Zea mays* L.), constataram que o beneficiamento provocou um aumento de 3 a 8% de impurezas

nas variedades amostradas, indicando a ocorrência de algum erro que ocasionou na quebra das sementes, rompimento do tegumento e fissuras. No entanto, no final do processamento foi retirada todas as impurezas.

Em estudo realizado com 17 variedades de milho crioulo, Catão *et al.* (2010) observaram que o beneficiamento das sementes realizadas pelos pequenos agricultores proporcionou a percentagem de pureza acima do valor mínimo estabelecido pelas normas de sementes (98%).

Sendo assim, a análise de pureza física comprova a composição do lote de sementes e regulamenta o comércio de sementes, possibilitando que o produtor adquira sementes puras com alto vigor e com uniformidade de planta em campo (NETO *et al.*, 2014).

3.2. TESTE DE UNIFORMIDADE (RETENÇÃO EM PENEIRA)

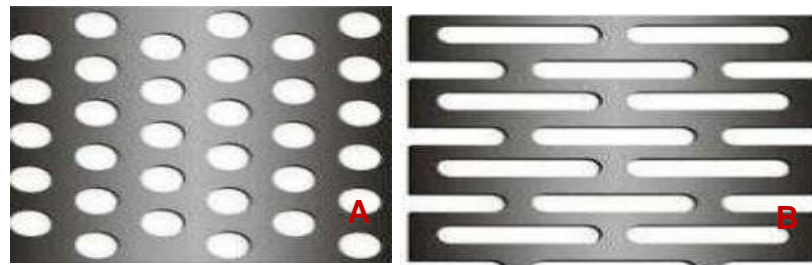
A classificação de sementes pode ser realizada de várias formas, dentre elas, por meio de peneiras que permitem fazer a separação dos diferentes tamanhos das sementes no lote analisado (HANZEN; DRANSKI, 2020).

Para iniciar o teste é necessário pesar duas repetições contendo no mínimo 100g de sementes puras, uma repetição das sementes deve ser disposta na peneira superior e abaixo dela as peneiras com tamanho inferior e por último o fundo (BRASIL, 2009b). Agita-se o conjunto de peneiras por um minuto, retira-se as sementes da peneira superior e das outras peneiras, pesa-se em balança analítica as sementes que ficaram em cada peneira. Em seguida realize-se o cálculo para obter a média do percentual de sementes de cada diâmetro das peneiras das duas repetições (Sá *et al.*, 2011).

Em trabalho conduzido com sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merr.) através do teste de retenção, Ceolin (2015) utilizou 250 g de sementes e o conjunto de peneiras nos diâmetros 4,5mm, 5mm, 5,5mm, 6mm e 7mm. As sementes foram colocadas na peneira de maior diâmetro seguindo a ordem decrescente, agitou-se o conjunto por um minuto. Em seguidas as sementes foram coletadas de cada peneira, pesadas e calculada a percentagem. O resultado obtido mostrou que a peneira 6mm

teve a melhor classificação de sementes com 61,2%, pois reteve mais sementes do que as outras peneiras.

Hanzen e Dranski (2020) trabalhando com sementes de *Shizolobium parahyba* (Vell.) Blake var. *parahyba*, utilizaram peneiras com crivo do formato circular com perfurações de 14mm a 18mm e peneiras de crivo do formato oblongo com perfurações de 4 x 22mm e 5 x 22mm (Figura 3). As sementes foram colocadas sobre o conjunto de peneiras seguindo a ordem dos tamanhos, sendo dispostas no crivo maior para o crivo de menor, agitou-se por um minuto descrito na recomendação da RAS, em seguida retirou-se as sementes conforme os tamanhos das peneiras.



Fonte: Santos (2015).

Figura 3. Exemplos de crivo das peneiras. A) circular e B) Oblongo.

Segundo Santos (2015) as peneiras que têm o formato do crivo oblongo têm como finalidade separar as sementes com base na espessura, então retêm as sementes mais arredondas e as peneiras cujo formato é circular separa as sementes de acordo com a largura.

De acordo com Pardo *et al.* (2015) a classificação de sementes em peneira possibilita maior precisão na semeadura mecânica, devido as sementes apresentarem uniformidade no tamanho. Além disso, outra característica em relação ao tamanho que essa técnica permite realizar é a separação das sementes maiores, sendo elas as de interesse para compor um lote de qualidade, pois possuem maior quantidade de fotoassimilados, permitindo uma emergência rápida.

Sendo assim, a classificação de sementes em peneira é um método importante pois permite classificar as sementes de acordo com o tamanho, quando existe diferentes tamanhos indica que há diferença na qualidade fisiológica (PÁDUA *et al.*, 2010).

3.3. DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE

A determinação do teor de água em sementes ocorre através da aplicação do método de determinação do grau de umidade, que fundamenta-se na extração de água por meio de vapor, com a aplicação de calor em condições controladas (BRASIL, 2009b). De acordo com o Moritz *et al.* (2012) os métodos aplicados na determinação do teor de umidade podem ser classificados em duas categorias: diretos e indiretos. Os métodos diretos retiram a água das sementes, através da estufa, infravermelhos e Karl Fisher. Já os métodos indiretos utilizam as propriedades elétricas das sementes capacitância ou resistência.

Nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009b) a metodologia indicada para determinar o grau de umidade de sementes é o método estufa, em razão de apresentar mais uniformidade nos resultados. Nessa técnica deve-se utilizar duas amostras que pode conter $4,5 \pm 0,5$ gramas para os recipientes com diâmetro de 5 - 8 cm, para os recipientes com diâmetro ≥ 8 cm utilizar $10,0 \pm 1,0$ gramas e as sementes grandes de espécies florestais e arbustos podem ter o tamanho de amostras diferente. Para iniciar o teste, deve-se identificar os recipientes e coloca-los com suas tampas na estufa a 105°C por um período de 30 minutos, depois resfria em dessecador e pesa em balança de precisão com a sensibilidade de 0,001g. Após a anotação dos valores dos recipientes, as sementes são colocadas neles e pesadas, anota-se os valores e leva os recipientes para a estufa com as tampas embaixo, a temperatura da estufa e o período de duração são descritos na RAS para cada espécie. Depois do período de secagem, os recipientes são colocados no dessecador para resfriar e ser pesados novamente para analisar a perda de peso, usando a fórmula com base no peso úmido:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Em que:

P = peso inicial corresponde ao peso do recipiente com sua tampa e o peso da semente úmida.

p = peso final corresponde ao peso do recipiente com sua tampa e o peso da semente seca.

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

Para obter o teor de umidade da amostra, é realizado uma média aritmética com os valores das percentagens de cada amostra de trabalho.

Segundo Lima Junior *et al.* (2010) é necessário conhecer o teor de umidade para tomar medidas em relação a conservação das sementes. As sementes ortodoxas precisam de níveis baixos de umidade para manter sua viabilidade e apresentam alto nível de umidade na colheita, portanto precisam de secagem antes do seu armazenamento.

Silva *et al.* (2016) observaram que sementes de soja da cultivar NS 5909 RG com teor de umidade abaixo de 10% tem a qualidade fisiológica afetada, devido a baixa umidade inicial provocar desestruturação nas membranas celulares.

Segundo Rodrigues *et al.* (2016) o método mais utilizado nos laboratórios em todo o país, utiliza a temperatura da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 horas, podendo ser aplicado em todas as espécies. No entanto, existe outras metodologias com outras temperaturas, porém se limita a algumas espécies.

De acordo Sarmiento *et al.* (2015) em espécies milho, feijão (*Phaseolus vulgaris*) e pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) na determinação do grau de umidade dessas espécies é recomendável pela as Regras de Análise de Sementes que as amostras dos lotes sejam expostas a temperatura da estufa a 105°C por um período de 24 horas.

Trabalhando com sementes de arroz (*Oriza sativa* L.) Lopes (2008), observou que para alcançar o valor do teor de água de referência da espécie de 17,8% é necessário que as sementes passem por moagem em moinho, antes de ser submetidas a estufa com a temperatura de 130°C por duas horas. Para Lima Junior *et al.* (2010) a moagem ou corte deve ser realizados em sementes grandes de espécies arbóreas, arbustivas e sementes que o tegumento impeça a perda de água.

Em trabalho realizado com sementes de cenoura no método estufa com a temperatura estabelecida a 105°C e período de 24 h, Rodrigues *et al.* (2016) observaram que as repetições que tinham aproximadamente 5 gramas de sementes, apresentaram queda de umidade, sendo indicado a quantidade de até 2 gramas para determinar o teor de água da espécie.

Trabalhando com sementes de soja e milho, Pedrosa *et al.* (2014) determinaram o teor umidade das sementes pelo método de microondas, marca

Panasonic, modelo NN-ST357WRP. Os autores utilizaram 50 sementes em placa de petri com três teores de água de cada espécie e três potências 400w, 600w e 800w no equipamento. Os autores concluíram que o microondas pode ser utilizado na determinação da umidade de milho e soja, no entanto, o milho não deve utilizar a potência de 800W, pois a sementes sofrem danos físicos.

Sarmiento *et al.* (2015) utilizaram o método por capacitância digital para determinar o teor de umidade de pinhão manso. Utilizando o aparelho elétrico, modelo GEHAKA 650. No entanto, o aparelho não tem a opção de selecionar o pinhão-manso, dessa forma foi ajustada a metodologia para a espécie, realizando-se quatro ensaios com as espécies: soja, canola (*Brassica napus* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.). Sendo portanto, uma limitação do uso deste equipamento para a determinação do teor de água de espécies nativas e florestais.

A determinação de umidade das sementes é um parâmetro importante, pois permite avaliar a qualidade fisiológica e também serve para indicar o momento ideal de colheita (RODRIGUES *et al.*, 2015). Para Hoppe *et al.* (2004) a determinação do grau de umidade é de fundamental importância, devido fornecer informações sobre o potencial armazenamento.

3.4. TESTE DE GERMINAÇÃO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

A germinação de sementes corresponde a emergência e desenvolvimento do embrião, de modo que ocorra a produção de uma planta normal em condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009b). O teste de germinação tem como objetivo avaliar o potencial máximo de germinação, no entanto, pode superestimar os valores, não fornecendo informações reais em decorrência do teste ser realizado em ambiente controlado (LIMA JUNIOR *et al.*, 2010).

De acordo com Neto *et al.* (2014) o teste de germinação avalia o potencial fisiológico das sementes fornecendo informações sobre os valores dos lotes, de modo que possa realizar comparação nos diferentes lotes e calcular o valor aproximado da semeadura no campo.

A Instrução Normativa MAPA nº 9 de 02/06/2005 (BRASIL, 2009) regulamenta que a embalagem de sementes deve conter informações indicando a garantia da porcentagem de germinação (Figura 4) ou quando julgar necessário, de sementes viáveis, e indicar a validade do teste de germinação ou quando necessite a viabilidade (mês/ano).



Figura 4. Embalagem contendo sementes de pimenta malagueta, com informações sobre o potencial germinativo no rótulo.

No capítulo 5 das Regras de Análises de Sementes encontra-se as informações referentes as metodologias para a determinação do potencial germinativo de sementes. O teste é realizado utilizando-se substratos indicados para cada espécie, além do período de permanência das mesmas em câmaras de germinação, que podem conter o controle de temperatura, umidade e luz. Neste mesmo capítulo, encontra-se informações do tempo de permanência das sementes nessas câmaras para posterior análise.

Neto *et al.* (2014) recomendam a utilização de 400 sementes, podendo ser quatro repetições de 100, oito repetições com 50 ou dezesseis repetições com 25 sementes. Para montagem do teste com substrato de papel é necessário umedecê-lo com água destilada ou deionizada com 2-3 vezes ao seu peso seco, seguidamente dispõe as sementes em fileiras com espaçamento uniforme, podendo ser de 1 a 5 vezes do seu diâmetro ou largura, forma-se rolos com as folhas de papel e coloca em

sacos plásticos transparente e incolor, amarra e leva para o germinador com a temperatura recomendada para a espécie (BRASIL, 2009b).

O uso de contadores de sementes facilita a execução do teste, permitindo distribuir as sementes sobre o substrato. Os contadores mais utilizados são placas perfuradas e contadores a vácuo. As placas perfuradas têm cerca de 50 a 100 orifícios, onde as sementes são colocadas e depois transferidas (Figura 5) para o substrato. O contador a vácuo também possui placas com 50 a 100 orifícios, as sementes são despejadas na placa contadora com o vácuo desligado, seguidamente liga o vácuo, ocorre a remoção do excesso de sementes, desliga-se o vácuo e coloca-se a placa sobre o substrato transferindo as sementes (BRASIL, 2009b).



Fonte: EMBRAPA (2016)

Figura 5. Transferência da placa contadora para o substrato de papel.

No teste de germinação os substratos utilizados são papel (mata-borrão, toalha ou filtro) ou areia esterilizada, quando usa o papel existe a possibilidade de fazer a semeadura de várias formas (LIMA JUNIOR *et al.*, 2010).

Na metodologia “Entre papel” (EP), as sementes são dispostas entre duas ou mais folhas de papel, são cobertas frouxamente com uma folha adicional. Esse método é utilizado em sementes pequenas que não apresentam sensibilidade à luz e que tem preferência por ambientes úmidos. Já a outra variação do método “Entre papel” (RP) é recomendado para sementes não sensíveis à luz, sementes de grandes culturas, sementes de forrageiras e hortaliças de tamanho grande. As sementes são dispostas entre duas ou mais folhas, embrulhadas em forma de rolo e colocadas nos germinadores na posição vertical ou horizontal (BRASIL, 2009b).

O uso “Papel plissado” (PP) é indicado para assegurar a umidade uniforme, nesse substrato são colocadas cinco sementes em cada canaleta do papel, podendo ser colocado em caixas plásticas ou diretamente na bandeja do germinador. Já no procedimento “Sobre papel “(SP) as sementes são colocadas em duas ou mais folhas, sendo inseridas em caixas de plástico transparente e incolor, placas de Petri ou na bandeja dos germinadores (LIMA JUNIOR *et al.*, 2010).

Segundo Neto *et al.* (2014) o substrato de areia é uma alternativa usada na comprovação do teste de germinação que contém resultados duvidosos, quando as plântulas mostram sintomas fitotóxicos ou quando não é recomendável pelas RAS. Nesse substrato as sementes são colocadas “Entre areia” (EA) ou Sobre areia (SA), na primeira forma, as sementes são dispostas numa camada fina de areia úmida e coberta por uma camada solta de areia e a segunda forma as sementes são colocadas sobre uma camada uniforme de areia úmida e pressionada

O processo germinativo ocorre através de eventos fisiológicos que recebem influência de fatores extrínsecos e intrínsecos (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Dessa forma, para a execução do teste é necessário atender as exigências de cada espécie de sementes como: a temperatura, umidade, substrato e luminosidade (LIMA JUNIOR *et al.*, 2010).

A temperatura exerce grande atuação na taxa de absorção de água, nas reações bioquímicas, e conseqüentemente intervém na velocidade, uniformidade de germinação e germinação total (OLIVEIRA, 2017). Em trabalho realizado com sementes de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) da cultivar Iracema biquinho, Teixeira *et al.* (2018) observaram que as sementes expostas à temperatura de 25°C apresentaram maiores valores de germinação e as amostras expostas a 15°C tiveram a germinação inibida.

O tipo de substrato utilizado no teste de germinação é outro fator que interfere na germinação, devido a estrutura, a aeração, a capacidade de retenção de água e infestação de patógenos (SILVA *et al.*, 2016). Rossetti *et al.* (2019) recomendaram utilizar o papel germistet e areia para o teste de germinação de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) e cebolinha (*Allium fistulosum* L.), os autores verificaram que os substratos apresentaram as maiores médias de germinação, ao contrário do substrato de casca de arroz *in natura* que obteve aumento na umidade, desencadeando o aparecimento de fungos como *Penicillium spp* e *Aspergillus flavus*.

Já a luz é classificada como dormência, sendo assim, a presença ou ausência de luz superam a dormência. No entanto, a maioria das espécies são fotoblásticas neutras, ou seja, germinam na presença ou ausência de luz (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2010). Trabalhando com sementes de araçazeiro (*Psidium guineense* Swartz.) Pinto *et al.* (2020) constataram que as sementes são fotoblásticas negativas, apresentando ineficiência no processo germinativo com a presença de luz. Já Dousseau *et al.* (2012) observaram que as sementes tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.) são fotoblásticas positivas, nos resultados obtidos não ocorreu germinação no escuro.

O índice de velocidade de germinação é conduzido juntamente ao teste de germinação, no qual realiza-se a contagem diária do número de sementes que emitiram a raiz primária com tamanho igual ou maior que 1mm (PEREIRA *et al.*, 2020). Para Sá *et al.* (2011) a contagem diária é realizada a partir do surgimento de plântulas normais, coloca em ordem de acordo com o tamanho, conta e retira as plântulas normais do substrato.

A partir do resultado obtido com as contagens diárias utiliza-se a equação de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Em que:

G1, G2, Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira contagem, na segunda e última contagem.

N1, N2, Nn = número de dias de semeadura a primeira, segunda e última contagem.

Em sementes de soja, Derre *et al.* (2017) observaram que quanto maior o diâmetro das sementes ocorria um aumento no índice de velocidade de germinação, isso é devido as sementes ter maior densidade, possuindo maiores quantidade de reservas.

Trabalhando com sementes da espécie angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), Marangoni *et al.* (2014) constataram que há uma relação entre o índice de velocidade de germinação e o vigor, ou seja, as sementes que obtiverem maior índice de velocidade também apresentaram maior índice de vigor.

Segundo Sá *et al.* (2011) a interpretação dos resultados obtidos com o teste de germinação ocorre através da separação das plântulas normais, anormais, sementes duras, sementes dormentes e sementes mortas.

Apesar de ser um teste útil, o teste de germinação não fornece informações sobre o vigor das sementes, potencial germinativo das sementes em campo, além disso apresenta algumas dificuldades relacionadas a demora para realização e obtenção de resultado do teste quando comparando a outros testes rápidos (GUEDES *et al.*, 2013).

3.5. TESTE DE EMERGÊNCIA E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE)

O teste de emergência fundamenta-se na determinação do vigor de sementes, através do percentual de plântulas obtidas, sendo semelhante ao teste de germinação, no entanto, é conduzido em condições não controladas, ou seja, com a temperatura, umidade e luminosidade naturais (SUÑE, 2016).

A condução do teste de emergência pode ser realizado em ambientes não controlados, utilizando-se de diferentes recipientes e substratos. Podendo ser conduzido em casa de vegetação em vasos, bandejas, em caixas do tipo gerbox com substrato de areia ou no campo.

O tamanho das sementes influencia na escolha do tipo de caixa a ser utilizado no teste, podendo ser caixas gerbox ou caixa de propileno. Quando se usa caixa de propileno (12,0 x 13,5 x 28,0 cm) coloca o substrato escolhido a trabalhar, em seguida coloca as sementes com espaçamento de 1 - 5 vezes seu diâmetro ou largura, cobre-as com uma camada de substrato de 1 cm e umedece com água deionizada na quantidade de 50% (para gramíneas) ou 60% (para leguminosas) conforme a RAS. As caixas devem ficar num ambiente que recebam iluminação diurna e temperatura ambiente para que ocorra a emergência das plântulas (Sá *et al.*, 2011).

Santana *et al.* (2010) observaram nos resultados que houve alta capacidade de emergência no teste de emergência com sementes de pau-santo (*Kielmeyera coriacea*) realizado em bandejas multicelulares de poliestireno (128 células) com a mistura de substrato comercial (Plantmax®) e vermiculita (volume de

expansão de 0,1 m³) na proporção 1:1. As bandejas foram colocadas em casa de vegetação, com temperaturas mínima e máxima de 31,5 ± 3,2 ° C e de 36,7 ± 1,8 ° C e regadas diariamente.

Em sementes de jutaí (*Hymenaea oblongifolia* Huber.) Ribeiro *et al.* (2020) verificaram que os tratamentos com areia apresentaram maior índice de velocidade de emergência quando comparado ao tratamento de substrato comercial e composto orgânico, isso é devido a textura arenosa proporcionar maior infiltração de água e causar menos resistência física no desenvolvimento da raiz.

Outra variável averiguada juntamente ao teste de emergência é o índice de velocidade de emergência (IVE), a sua determinação ocorre a partir da contagem diária de plântulas emergidas (PEREIRA *et al.*, 2020). O cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) utiliza-se a seguinte equação de Maguire (1962):

$$\text{IVE: } \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \frac{E_n}{N_n}$$

Em que:

IVE = índice velocidade de emergência.

E1, E2 e En= número de sementes emergidas obtido diariamente.

N1, N2, ...Nn= número de dia da semeadura a primeira, segunda e da última contagem.

Trabalhando com sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* L.) clone PR 255, Silva *et al.* (2018) observaram que o índice de velocidade de emergência das sementes cultivadas na profundidade de 6 cm foi menor, do que quando cultivadas na profundidade de 0 a 2 cm, isso pode ocorrer devido as sementes não demandarem o uso de energia para se projetar acima da superfície do solo.

Em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) dos cultivares Carioca, Jalo e Preto, Biezus *et al.* (2018) verificaram que houve aumento de IVE na semeadura com até 2 cm de profundidade, podendo atribuir as condições mais favoráveis encontradas pelas sementes com a temperatura, umidade e luminosidade.

Dessa forma, o teste de emergência é um excelente indicativo para avaliar o vigor das sementes, pois é conduzido em condições ambientais onde as sementes estão sujeitas a fatores adversos na semeadura em campo (SILVEIRA *et al.*, 2002).

3.6. DESEMPENHO DE PLÂNTULAS

A análise do desempenho de plântulas se baseia na realização da primeira contagem do teste de germinação, índice de velocidade de germinação, mensuração do comprimento e da massa seca (GUEDES *et al.*, 2015).

O teste pode ser conduzido tanto no campo como em laboratório, quando é executado em laboratório geralmente utiliza-se quatro repetições, sendo cada repetição contém cerca de 10 a 20 sementes dispostas em uma ou duas fileiras traçadas no terço superior do substrato. As sementes são acondicionadas em caixas tipo gerbox ou rolo de papel e depois são colocadas em germinadores com a temperatura recomendada para cada espécie (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

A primeira contagem para cada espécie tem o número de dias aproximado descrito pelas RAS, pode ocorrer desvio padrão de 1 a 3 dias. No entanto, a primeira contagem poderá ser adiada quando as sementes são submetidas a temperatura mais baixas, pois os períodos indicados são baseados na utilização de temperaturas mais altas (BRASIL, 2009b). Brancalion *et al.* (2010) consideram as temperaturas de 25°C e 30°C ótima, sendo indicada na germinação da maioria das espécies arbóreas brasileira.

O índice de velocidade de germinação é realizado a partir da contagem diária das plântulas, o início da avaliação ocorre quando tem a primeira germinação e a duração da análise acontece de maneira específica dependendo de cada espécie (PINTO *et al.*, 2020).

Para Oliveira *et al.* (2009) a determinação do peso de matéria seca das plântulas deve-se retirar os cotilédones das plântulas normais, resto de semente ou qualquer parte que contenha reservas. As plântulas são colocadas em papel Kraft e levadas à estufa a temperatura de 80°C por 24 horas. Após esse período são colocadas para resfriar em dessecador e pesada em balança de precisão com sensibilidade de 0,001 grama, com o valor da matéria seca obtido, divide-se o valor pelo número de plantas que será em mg/ plântula.

Na determinação do comprimento de plântulas utiliza-se uma régua milimetrada, medindo a parte aérea e a raiz primária, o resultado deverá ser expresso

em centímetro por plântula (SOARES *et al.*, 2015). Para mensurar o comprimento das plântulas de milho, Silva *et al.* (2016) mediram a parte aérea a partir da base do epicótilo das plântulas até a extremidade das folhas primárias e a raiz foi medida desde a base do epicótilo a extremidade da raiz primária.

Além de medir o comprimento de forma tradicional, Ferreira *et al.* (2013) trabalhando com sementes de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) utilizaram a análise computadorizada de plântulas para a mensuração. As imagens das plântulas foram obtidas por meio do uso de Scanner modelo HP Scanjet 2004 e avaliadas por o software SVIS® que forneceu os valores para os índices de vigor (IV), comprimento de plântula (CP) uniformidade de crescimento de plântulas (IUC) e crescimento (IC).

Pereira *et al.* (2009) em trabalho realizado com 20 amostras de sementes de soja, observou-se que o diâmetro do rolo de germinação e o tamanho da semente interferiam nos resultados do comprimento médio das plântulas.

Junqueira *et al.* (2018) constataram que o aumento de temperatura na secagem de sementes de feijão cultivar BRS Estilo, provocou efeitos negativos no comprimento das plântulas e na massa da matéria seca. Segundo os autores o aumento da temperatura compromete a utilização das reservas das sementes.

Diante disso, Pereira *et al.* (2009) relatam que é necessário ter atenção na condução do teste para que não ocorra nenhuma interferência de fatores que possam provocar erros na interpretação dos lotes de sementes analisadas.

3.7. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Caracterizado como método eficiente na determinação do potencial fisiológico, o teste de condutividade elétrica tem como princípio avaliar o vigor das sementes, identificando os danos nas membranas celulares resultantes da deterioração (MURARO *et al.*, 2017).

Para realização do teste, as sementes são pesadas e embebidas em água destilada em temperatura controlada com tempo pré-estabelecido que pode variar de acordo a espécie (TORRES *et al.*, 2015). No processo de embebição as sementes com membranas danificadas lixiviam os solutos citoplasmáticos para o meio líquido, as substâncias percoladas possuem propriedades eletrolíticas que são medidas no

condutímetro (SILVA, 2017). Segundo Delazeri *et al.* (2016) caso o resultado da leitura apresente valores altos de condutividade, indica que a semente não é vigorosa.

Apesar de ser um método eficaz, o teste de condutividade elétrica pode apresentar alterações nos resultados devido a espécie, tamanho da semente, umidade, volume da água, tamanho da amostra e tempo de embebição. Diante disto, há necessidade de fazer um ajustamento na metodologia para cada espécie (MURARO *et al.*, 2017).

Em sementes de feijão-caupi cultivar Setentão, Nunes *et al.* (2019) pré-hidrataram 50 sementes pesadas em balança de precisão, as sementes foram dispostas em papel germitest umedecido com 2,5 vezes ao peso do substrato seco, os rolos foram colocados em germinador do tipo BOD a temperatura de 25 °C por 6, 9, 12, 15, 18 horas. As sementes foram retiradas da pré-hidratação quando completaram o tempo de exposição de cada amostra, em seguida, colocaram em copos plásticos (200mL) com 75mL de água destilada por 18, 15, 12, 6 horas para que completasse o período de 24h de embebição. Posteriormente, realizou-se a leitura com condutímetro em cada amostra. Os autores constataram que as sementes submetidas a partir do período de nove horas de pré-hidratação mostraram resultados eficientes quando comparado ao método que as sementes são expostas diretamente na água, isso ocorre por possuírem maior nível de organização nas membranas celulares, liberando quantidades de lixiviados menores na solução.

Rodo *et al.* (2000) trabalhando com sementes de cenoura da cultivar Brasília, realizaram o teste de condutividade elétrica com 4 repetições de 25 sementes, as quais foram pesadas e embebidas com 50mL de água destilada a 25°C por 24 horas. Utilizou-se condutímetro para realizar a leituras, os resultados foram expressos em $\mu\text{mho cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes. Nos resultados do teste, foi observado que não houve diferença significativa nos lotes de sementes, devido aos altos valores de eletrólitos. Segundo os autores para corrigir o problema do excesso de eletrólitos, poderia aumentar o volume de água destilada e utilizar uma temperatura menor.

Embora necessite de algumas alterações na metodologia, Muraro *et al.* (2017) relatam que o teste de condutividade é um método prático para ser utilizado na rotina de laboratório, apresenta informações mais detalhada, facilidade na execução, rapidez e eficácia na separação dos lotes.

3.8. TESTE DE FRIO

Classificado como um teste de resistência, o teste de frio tem como princípio fazer uma avaliação no comportamento das sementes expostas a baixas temperaturas, alta umidade do substrato e ação dos agentes patogênicos do solo (quando se usa terra). A exposição a condições ambientais desfavoráveis, permite identificar o vigor, visto que a germinação ocorre apenas nas sementes que apresentam alto vigor (ZINI, 2018).

Há diferentes metodologias utilizadas na realização do teste, dentre elas, o método do rolo de papel, método “terra em caixa” e o “método da bandeja” não reconhecido no Brasil, mas é o mais recomendando internacionalmente (CASEIRO; MARCOS FILHO, 2002).

Em trabalho com sementes de milho, Pereira *et al.* (2008) utilizaram uma folha de papel “Kimpak” de 40 x 60 x 0,5 F. O substrato foi colocado no fundo de uma bandeja de plástico da marca Plasvale. Em seguida o substrato foi umedecido com 500mL de água deionizada, sendo colocado duas amostras de 50 sementes por bandeja e cobertas por 240mL da mistura de 2/3 de areia e 1/3 de terra proveniente da área de cultivo do milho. As bandejas foram dispostas em suporte móvel que permitiu que as prateleiras ficassem afastadas com espaçamento de 8 cm e levadas à câmara fria a 10°C por sete dias. Após esse período foram colocadas em temperatura ambiente de 25 a 30°C, por cinco dias e avaliadas o número de plântulas normais. Os autores concluíram que método de bandeja apresentou resultados confiáveis.

Miguel *et al.* (2001) realizaram o teste de frio com o método de terra em caixa com sementes de algodão cultivar Delta Pine. Para tanto, utilizaram caixas plásticas com dimensões de 47 cm x 30 cm x 11 cm, contendo mistura de 3/4 de areia e 1/4 de terra, proveniente da área de cultivo da espécie. O substrato foi resfriado em câmara fria a 10°C. Em seguida, distribuíram quatro repetições de 50 sementes nas caixas, cobrindo-as com camadas de 3 cm de substrato, sendo em seguida irrigadas com água resfriada a 10°C, até atingir a capacidade de retenção de 60%. As caixas foram levadas para câmara fria a 10°C por 3, 5 e 7 dias. Os autores relataram que os

resultados obtidos no teste não permitiu separar os lotes em diferentes níveis de vigor, pois teve baixa taxa de percentagem de germinação.

Segundo Caseiro e Marcos Filho (2002) o método de terra em caixa apresenta problemas na padronização, devido as caixas plásticas utilizarem aproximadamente 16 kg de substrato, dificultando o manuseio. Além disso, pode ocorrer desuniformidade proveniente da origem da terra, além da desuniformidade da distribuição de água no substrato até que o substrato atinja a temperatura de 10°C.

Para condução de teste de frio com rolo de papel com terra em sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), Silva *et al.* (2009) utilizaram 50 sementes dispostas em duas folhas de germitest umedecidas 2,5 vezes ao peso seco do substrato, adicionaram 100 gramas de areia/terra, cobrindo em seguida com uma terceira folha de germitest, enrolando e colocando em saco plásticos, amarrado e levado a câmara fria com a temperatura de 10°C por 10 dias, após esse período o material foi mantido na temperatura de 25-27°C e decorrido 5 dias, realizou-se a avaliação das plântulas normais. Os autores constataram que o teste permitiu separar os lotes em três níveis de vigor, sendo os lotes 1 e 2 (88% e 82,5%) indicados para o cultivo em regiões com temperaturas baixas.

Trabalhando com o teste de frio com papel sem solo em sementes de pinhão-manso Oliveira *et al.* (2015) colocaram 8 subamostras de 25 sementes em duas folhas de papel germitest umedecido 2,7 vezes ao peso do substrato seco, antes da montagem do teste o papel foi mantido na temperatura de 10°C por 24 horas. As sementes foram cobertas com uma terceira folha, fazendo-se rolos e colocando em saco plástico, amarrando-o e levando para a incubadora BOD com a temperatura de 10°C por 5, 7 e 11 dias. Após esse período, os rolos foram levados para germinador a 25°C e após 7 dias foram analisados. Verificou-se que os tratamentos resfriados por 11 dias separou os lotes em 3 níveis de vigor, o tratamento resfriado por 5 dias também obteve bons resultados, separou os lotes em 4 níveis de vigor.

Em sementes de algodão da cultivar Delta Pine, Miguel *et al.* (2001) constataram que as sementes submetidas ao teste de frio em caixa plásticas não germinaram ou germinaram em percentagens insignificante por causa do aparecimento de fungos. Já o teste de frio com rolo de papel com terra obteve resultados menos drásticos, alguns lotes apresentaram níveis de vigor adequado e o

procedimento com rolo de papel sem terra, com exposição ao frio por 5 cinco dias, mostrou-se ser o mais indicado para avaliar os lotes.

Silva *et al.* (2009) trabalhando com três metodologias de teste de frio em sementes de sorgo observaram que o teste realizado com a caixa plástica com terra houve menores médias de germinação, e os métodos de rolo de papel com terra e sem terra conseguiram separar os lotes em maiores níveis de vigor, no entanto a técnica do rolo de papel sem terra é mais indicada por ser um procedimento fácil de inserir na rotina de laboratórios.

Sendo assim, a metodologia com uso do rolo de papel mostra ser mais apropriada na estratificação de lotes de sementes, devido a permitir separar o nível de vigor com menor uso de mão-de-obra, menor tempo de execução, além de ocupar menos espaço (ZINI, 2018).

3.9. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

O teste de envelhecimento precoce ou envelhecimento acelerado, fundamenta-se na aceleração da taxa de deterioração das sementes, decorrente de temperatura adversas e umidade relativa do ar elevada (ALVES; SÁ, 2012). As sementes são submetidas a temperaturas de 40°C a 45°C com umidade relativa do ar alta, sendo o tempo de exposição variando de acordo com a espécie (SILVA, 2017).

No teste de envelhecimento acelerado ou precoce, ocorre a simulação de estresse, provocando o aumento na respiração e consumo de reservas, promovendo assim, a deterioração das sementes (MORAES *et al.*, 2016). Com isso, as sementes mais vigorosas apresentam deterioração lenta, diferente das menos vigorosas, que se deteriora mais rápido (ALVES; SÁ, 2012).

Em condução de teste de envelhecimento acelerado com sementes de pinhão-manso, Oliveira *et al.* (2015) utilizaram uma tela metálica acoplada em caixa gerbox, para que as sementes não tivessem contato com água, sendo adicionado 40mL de água destilada. As sementes foram posicionadas sobre a tela e a caixa tampada, mantendo assim, a umidade relativa do ar em torno de 100%. As caixas foram levadas para a câmara tipo BOD com temperatura de 42°C por 48 horas, após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação por 7 dias,

depois realizou-se a análise da percentagem de plântulas normais. Nos resultados obtidos do teste foi observado uma redução drástica na germinação após o teste de envelhecimento, no entanto o teste foi eficiente na estratificação dos lotes.

A facilidade de execução do teste em laboratório o torna num dos métodos mais precisos em detectar diferenças na qualidade das sementes, no entanto, pode apresentar algumas limitações relacionadas a espécies com sementes pequenas, como as de hortaliças, devido as sementes absorverem água mais rápido, gerando a deterioração mais intensa e a redução drástica da germinação (RODO *et al.*, 2000).

Para corrigir o problema da desuniformidade de embebição de água pelas sementes, adiona-se NaCl na solução para que ocorra a diminuição da umidade relativa do ar do ambiente, dessa forma, as sementes não absorvem muita água e o processo de deterioração é mitigado (MONTEIRO *et al.*, 2017).

Rodo *et al.* (2000) constataram que o uso de solução salina aperfeiçoa a metodologia do teste de envelhecimento acelerado permitindo fazer a avaliação do vigor de sementes pequenas, promovendo menores taxas de deterioração e resultados com uniformidade.

Em sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) Radke *et al.* (2016) realizaram o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, colocaram em caixa gerbox 40mL de solução salina que proporciona a umidade do ar de 76%, em outra caixa gerbox colocaram 40mL da solução salina não saturada que proporciona a umidade relativa do ar de 94%. As soluções foram preparadas com respectivos valores 40 g de NaCl diluído em 100mL de água e 11 g de NaCl diluído em 100mL de água. Em seguida 16 subamostras de 50 sementes foram dispostas sobre a tela de alumínio acoplada na caixa gerbox. Em seguida as caixas foram levadas para incubadora a 41°C por 24, 48, 72 e 96 horas. Após esses períodos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação por 7 dias, depois realizou-se a análise da porcentagem de plântulas normais. Os autores observaram que as sementes submetidas ao teste de envelhecimento com solução salina saturada contendo 40 g de NaCl e a solução salina não saturada com 11 g de NaCl no período de 48 h a 41°C foram eficazes na avaliação do vigor de sementes de coentro.

Trabalhando com a espécie leiteira (*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.), Moraes *et al.* (2016) verificaram que o teste de envelhecimento acelerado com

solução salina de NaCl não é indicado para avaliar o vigor da espécie, em razão de provocar a redução do teor de água das sementes.

De acordo com Sá *et al.* (2011) deve-se determinar o grau de umidade das sementes, conforme a RAS. Para Bertolin *et al.* (2011) as sementes que possuem o teor elevado de umidade sofrem mais a ação dos efeitos deletérios, por causa da intensificação da atividade metabólica.

Dessa forma, é necessário levar em consideração as diferenças de absorção de água pelas sementes quando são submetidas à atmosfera úmidas, pois podem apresentar variações no teor de água (ALVES; SÁ, 2012).

3.10. TESTE DE TETRAZÓLIO

Definido como teste bioquímico, o teste de tetrazólio é utilizado para solucionar problemas com a dormência e germinação das sementes. Mas também pode ser usado na avaliação de vigor e na determinação da viabilidade das sementes após tratamentos pré-germinativos, no qual pode ocorrer injúrias na secagem, por insetos, por umidade e danos mecânicos de colheita e/ou beneficiamento (BRASIL, 2009b).

Na realização do teste, inicialmente prepara a solução de tetrazólio a 1%, misturando 10 g do sal de tetrazólio em 1000mL de água destilada ou deionizada de pH 6,5 - 7,5. Se o pH não estiver neutro é necessário dissolver o tetrazólio em uma solução tampão preparada com a mistura de 400mL da solução de fosfato de potássio (9,078 g de KH_2PO_4 em 1000mL de água destilada ou deionizada) e 600mL da solução de fosfato monoácido de sódio dihidratado (11,876 g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em 1000mL de água destilada ou deionizada). Após o preparo da solução, coloca-se 2 amostras de 100 ou 4 amostras de 50 ou 25 sementes no pré-umedecimento recomendado na RAS para a espécie, depois da embebição faz-se cortes nas sementes para que tenha melhor contato com a solução (SÁ *et al.*, 2011).

O trifenil cloreto ou brometo tetrazólio quando é absorvido pela semente tetrazólio forma-se um composto vermelho denominado formazan produzido nas células vivas (DIAS; ALVES, 2008).

Após a permanência das sementes em contato com a solução de brometo tetrazólio, as sementes que apresentam coloração de vermelho carmim claro demonstram que são sementes viáveis, as sementes que obtiverem coloração vermelho intenso ou não colorem, indica que as sementes são inviáveis, conforme imagem apresentada por Rodrigues *et al.* (2015) e ilustrada a seguir, na figura 6.

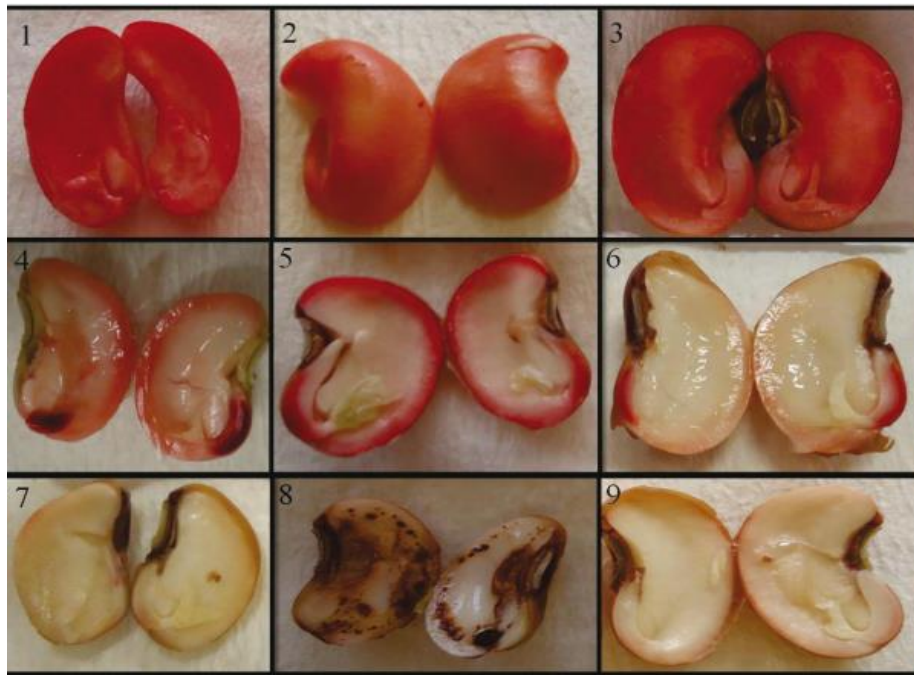


Figura 6. Sementes de feijão-caupi viáveis (1,2 e 3), Sementes inviáveis com danos na radícula (4, 5 e 6), Sementes mortas (7, 8 e 9).

Silva *et al.* (2016) observaram que sementes de araucária [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntz], não possuem especificação em relação profundidade do corte ou da punção, diante disso pode ocorrer problemas na coloração decorrente da espessura do endosperma, se for espesso o sal de tetrazólio não consegue penetrar no tecido, então apresentará cor branca, mas caso a camada do endosperma for muito fina, o embrião adquire coloração intensa demonstrando a aparência de tecido deteriorado.

Em trabalho realizado com sementes gergelim (*Sesamum indicum* L.) Jesus *et al.* (2015) verificaram que foi necessário realizar um corte longitudinal no maior sentido, tendo em vista que o tegumento impedia a penetração do sal.

Dessa forma, os envoltórios das sementes devem ser retirados ou abertos cuidadosamente para que haja uma melhor absorção da solução, permitindo que os

tecidos internos sejam expostos e que possam ser reconhecidos de forma assertiva na avaliação (BRASIL, 2009b).

3.11. TESTE DE SANIDADE

As sementes podem alojar e propagar diversos microorganismos indesejáveis ou agentes patogênicos. O teste de sanidade permite identificar problemas com os agentes fitopatogênicos na fase de colheita e no armazenamento, possibilitando criar métodos para o controle (SENEME *et al.*, 2006).

O teste de sanidade pode ser realizado com diferentes metodologias, dentre elas, incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro (“blotter test”), plaqueamento em meio ágar sólido (BDA ou MEA), incubação em rolo de papel ou em meio ágar-bromofenol (NEON) ou em meio ágar salino e exame de embrião para detecção de *Ustilago sp.* em sementes de cereais (BRASIL, 2009a).

Em estudo realizado com sementes de arroz do cultivar Bonança, Silva *et al.* (2014) utilizaram a metodologia de “blotter test”, em que 400 sementes são desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1,5% e lavadas em água destilada. Em seguida foram colocadas 20 sementes por placas de petri esterilizadas, com três camadas de papel filtro umedecido com água esterilizada. Posteriormente as placas foram levadas para incubadora com período de 12 horas a temperatura de $26 \pm 5^{\circ}\text{C}$, por 5 dias. Após o período de incubação a avaliação de patogenicidade foi realizada com microscópio estereoscópio (Zeiss com aumento de 40 vezes). Nos resultados do teste, os autores constataram que houve maior incidência, 70% de *Curvularia lunata* e menor ocorrência de *Fusarium spp.* (1,5%), indicando que as sementes são potenciais disseminadores de agentes fitopatogênicos.

Fantinel *et al.* (2017) trabalhando com sementes de goiaba serrana (*Acca sellowiana*) avaliaram a sanidade através do teste de meio de cultura de BDA, as sementes passaram por assepsia em hipoclorito de sódio a 1% por 30 segundos e álcool 70%, sendo lavadas depois por três vezes em água destilada e colocadas para secar em papel filtro, posteriormente foram dispostas nas placas com o meio de cultura e levadas para a incubadora com temperatura $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ com 12 horas de fotoperíodo. Após a incubação a avaliação de sanidade, foi realizada com observação

das estruturas fúngicas em microscópio estereoscópico e óptico. Os autores concluíram que os meios de cultura com ágar são sensíveis em analisar os fungos em sementes de goiaba serrana.

Trabalhando com sementes de soja, Camargo (2013) utilizou o meio ágar-bromofenol (NEON) e inicialmente foi corrigido o pH do meio de cultura BDA para 4,7 com adição de HCl ou NaOH, foi autoclavado a 120°C por 20 minutos. Após a autoclavagem quando o substrato resfriou próximo da temperatura de 50°C incorporou 0,15g/L de azul de bromofenol, 0,30 de penicilina G, 0,15 g/L de sulfato de estreptomicina no meio BDA. Em seguida o material foi colocado em placas de petri com 90 x 15 mm e passou por um período de repouso de 12 horas para ocorrer a solidificação, então passando esse período as sementes foram dispostas nas placas e levadas para a incubadora a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ por 8 dias, na ausência de luz. Durante a incubação, realizou-se diariamente observações para verificar a presença de halos amarelo-avermelhados.

Na incubação em meio ágar salino, utiliza-se 400 sementes, assim como a maioria dos testes de sanidade. Para realizar o teste o meio BDA precisa ser autoclavado, após a autoclavagem adiciona 150 g de Cloreto de sódio por litro de meio de cultura. O BDA é colocado em placas de Petri posteriormente a solidificação, coloca as sementes que já passaram por assepsia sendo imersas em solução hipoclorito de sódio a 1% por três minutos, em seguida leva as placas para câmara de incubação sob luz branca, fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 20°C por 7 dias. Para avaliar a presença de fungos deve-se observar a coloração das colônias de fungos e também utilizar o microscópio estereoscópico (BRASIL, 2009a).

Henneberg *et al.* (2012) trabalhando com sementes de soja aplicaram a metodologia de incubação em rolo de papel germitest, em que esterilizaram o papel em autoclave a 1,0 atm (120°C) por 20 minutos. Posteriormente, adicionaram água destilada e esterilizada equivalente a 2,5 vezes ao peso do papel seco. Em seguida colocaram 50 sementes em duas folhas de papel e cobriram com uma terceira folha, formando rolo que foram levados para incubadora a temperatura de 20°C por 14 dias, na ausência de luz e umidade relativa de 100%. A avaliação ocorreu através da observação visual da formação de escleródios nas sementes. Os autores concluíram que o método foi eficiente na detecção do fungo *S. sclerotiorum*.

No exame de embrião para detecção de *Ustilago sp.* em sementes de cereais é utilizado 4 repetições com 100 g de sementes, para iniciar o teste é necessário embeber cada repetição de 100 g em 1 litro de solução de hidróxido de sódio 5%, ou hidróxido de potássio, contendo 0,15 g de *trypan blue*, por o período de 22 a 24 horas a 20-22°C. Após esses procedimentos as sementes são colocadas em peneiras de malha de 3,5mm, 2mm e 1mm e lavadas com jato de água levemente aquecida direcionado para as peneiras, as sementes devem ser agitadas de forma que ocorra a separação dos embriões dos outros tecidos. Depois da lavagem coleta-se os embriões da peneira inferior e coloca em becker com etanol a 93% onde fica imersos por 2 minutos, sendo descartado o líquido após esse período. Em seguida os embriões são transferidos para um funil de Baermanm com a mistura de 200mL de ácido láctico, glicerol e água, na proporção 1:2:1 e faz-se o descarte dos detritos. Posteriormente os embriões são colocados em beckers de 250mL com a mistura de ácido láctico e glicerol, na proporção 1:2 e aquecidos por 2 minutos. Para realizar a análise de *Ustilago sp* no microscópio estereoscópico aguarda uma hora após o término do teste (BRASIL, 2009a).

Conforme a recomendação da RAS, deve-se utilizar apenas um método para cada patossistema, podendo ocorrer algumas exceções específicas de pesquisa o uso de mais de um método. Vale ressaltar que um mesmo agente fitopatogênico pode ser identificado por diferentes metodologias, apresentando diferenças na sensibilidade, nos dispêndios, complexidade de execução, objetivos do teste, etc (BRASIL, 2009b).

3.12. ANÁLISE COMPUTADORIZADA DE IMAGENS DE PLÂNTULAS

A automatização dos procedimentos realizados em laboratórios de sementes é uma ferramenta promissora que permite capturar e quantificar dados referentes ao vigor e também contribui na redução de erros cometidos por subjetividade de analistas que trabalham com grande número de avaliações (MEDEIROS; PEREIRA, 2018).

O sistema de análise de plântulas (SAPL) é um software gratuito, desenvolvido pelo Grupo de Estudos em Tecnologia de Sementes (GETSem) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (MEDEIROS *et al.*, 2018). Equiparado aos outros testes tradicionais de vigor, o programa é uma ferramenta eficiente que fornece as informações precisas de forma rápida (SILVA, 2020).

O programa permite avaliar o vigor das sementes a partir de imagens fotográficas das plântulas, obtidas por meio de câmeras digitais, no qual o sistema disponibiliza dados do comprimento do hipocótilo, raiz, índice de vigor, crescimento e uniformidade da plântula (MEDEIROS *et al.*, 2018).

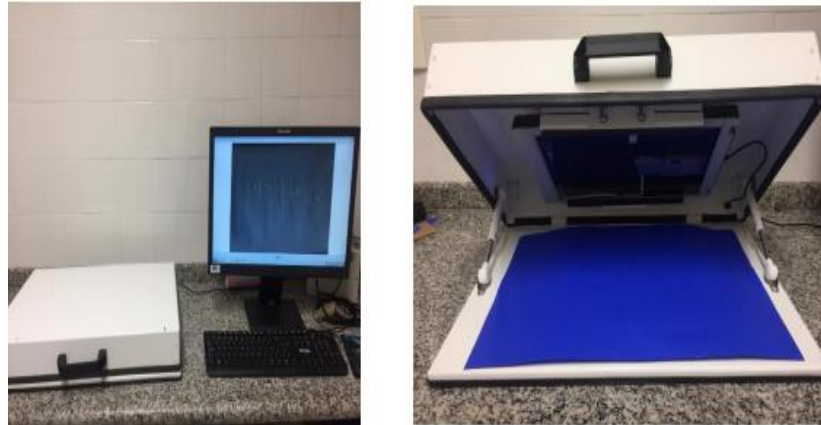
De acordo Pereira *et al.* (2020) os softwares SVIS e o SAPL geram automaticamente os valores numéricos do índice de crescimento, da uniformidade e do vigor. Isso ocorre devido ao processamento de imagens das plântulas que pode ser realizado por meio de scanner, o SVIS ou fotografias digitais, SAPL.

Para realizar a análise computadorizada de plântulas de girassol, Rocha *et al.* (2015) utilizaram 4 repetições de 25 sementes, as sementes foram colocadas em substrato de papel umedecido com 2,5 vezes ao peso do substrato seco, em seguida fez-se rolos, sendo levados para o germinador na temperatura de 25°C por 3 dias. Após esse período as plântulas foram colocadas em uma folha de cartolina de cor preta (Figura 7) e levada para um Scanner montado de forma invertida (Figura 8), depois das transferências das imagens para o computador, com o auxílio de um software ocorre o processamento de dados que geram o valor do índice de vigor, crescimento e uniformidade das plântulas.



Fonte: Abreu (2018)

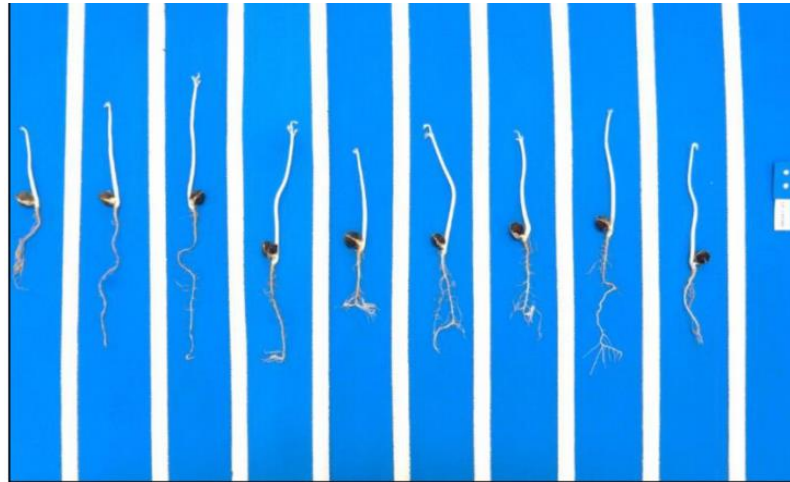
Figura 7. Plântulas dispostas sobre a cartolina preta para o Scanner processar as imagens.



Fonte: Abreu (2018).

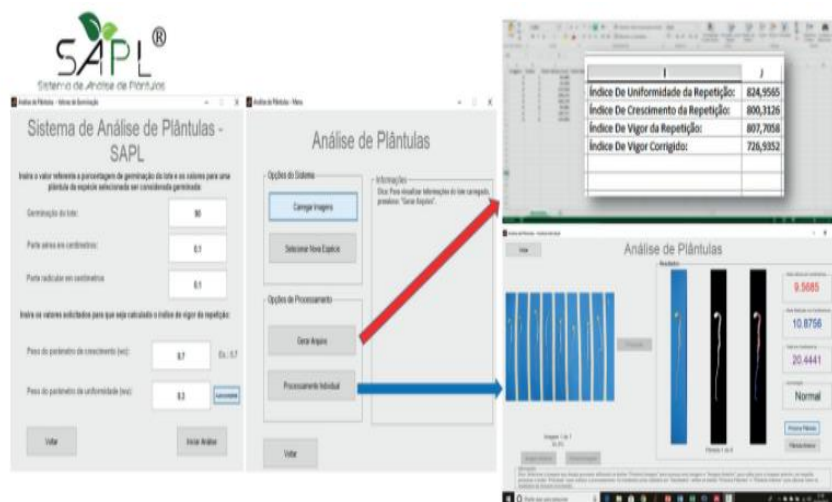
Figura 8. Scanner invertido para realização de transferência de imagens das plântulas para o computador.

Em trabalho realizado com sementes de *Moringa oleífera*, Pereira *et al.* (2020) utilizaram 20 plântulas de cada lote de sementes provenientes de teste de germinação, envelhecimento acelerado em solução salina e envelhecimento acelerado tradicional. As plântulas foram colocadas em uma folha de E.V.A na cor azul (40cm x 60 cm), com 10 células de 5 cm, sendo separadas por uma faixa branca (Figura 9). Em cada célula colocou uma plântula, em seguida com uma câmera digital semiprofissional capturou as imagens e depois transferiu-as para o computador salvando pasta por cada repetição. Posteriormente utilizou o software SAPL, no qual seleciona a espécie a ser avaliada, digita os valores mínimos estabelecidos para a espécie, do comprimento da plântula e da raiz primária, crescimento e uniformidade (Figura 10).



Fonte: Pereira *et al.* (2020)

Figura 9. Plântulas dispostas nas células do EVA para retirar as fotos das plântulas com a câmera fotográfica.



Fonte: Medeiros *et al.* (2018).

Figura 10. Processamento de dados do software SAPL.

Em trabalho realizado com soja Medeiros e Pereira (2018) constataram que o Sistema de Análise de Plântulas (SAPL ®) identificou diferenças no vigor de lotes de sementes da espécie de forma análoga aos testes tradicionais.

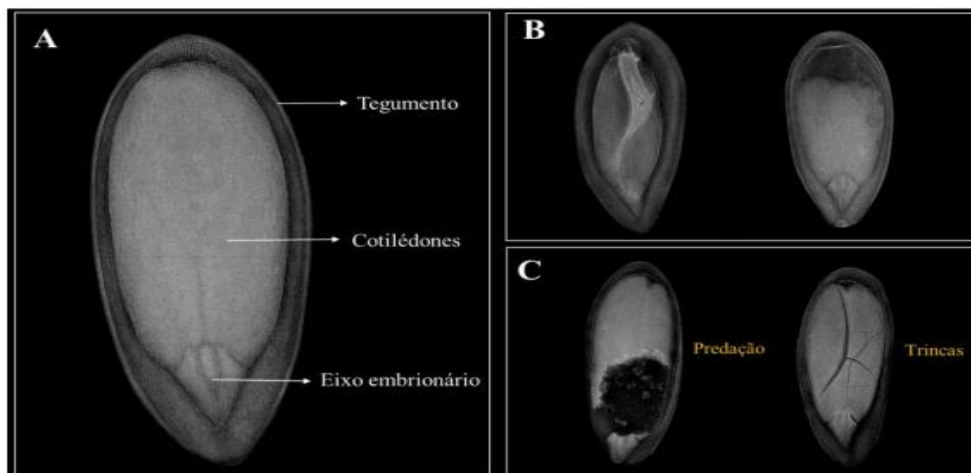
Pereira *et al.* (2020) observaram que o SAPL foi eficaz na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.), a partir das imagens das plântulas oriundas dos testes de germinação e envelhecimento

acelerado tradicional, sendo que o teste de envelhecimento acelerado mostrou os melhores resultados no ranqueamento de lotes de sementes.

O SAPL mostrou ser um software eficaz, sendo uma ferramenta promissora na área de tecnologia de sementes, uma vez que pode ser inserido facilmente nas análises realizadas pelos laboratórios (MEDEIROS; PEREIRA, 2018).

3.13. TESTE DE RAIOS X

O teste de raio X é um método que consiste em fazer a captura de imagens das sementes, a partir das imagens radiografadas (Figura 11) realiza-se a identificação de alterações no embrião e nos tecidos de reservas (CAPELARO, 2017). Além disso, essa técnica é eficiente em detectar danos causados por insetos, revelando se há presença de larvas e quais os danos provenientes da infestação na germinação e no desenvolvimento das plântulas (SILVA, 2016).



Fonte: Medeiros (2019).

Figura 11. Imagem radiografada de semente de melão: A) Semente bem formada internamente, B) semente com malformação e C) sementes com danos físicos de predação e trincas.

O teste fundamenta-se na exposição das sementes a um equipamento que emita fonte de raio-x e filme fotossensível. O feixe do raio X atravessa a semente criando uma imagem com sombras claras e escuras no filme, os tons da imagem

podem variar de acordo com o comprimento da onda da radiação, composição, espessura e densidade dos tecidos da semente (BRASIL, 2009b). O comprimento ideal das ondas eletromagnéticas devem ser de 1 a 100 nm, levando cerca de 3 a 5 s para produzir uma imagem de raio x (RAHMAN; CHO, 2016).

Atualmente as máquinas que fazem o raio X das sementes, produzem imagens digitais de escala cinza, permitindo que softwares de processamento de imagens forneça informações morfológicas e biométricas relacionadas ao vigor. O software ImageJ® (Image Processing and Analysis in Java) gera dados biométricos confiáveis, ao contrário das técnicas tradicionais com o uso de paquímetros e régua que dependem da subjetividade do analista (LIMA, 2019).

Em sementes de moringa Noronha *et al.* (2018) utilizaram 4 lotes contendo 200 sementes, as sementes passaram por assepsia com hipoclorito de sódio a 2%, lavadas com água destilada e secadas com papel-toalha. Utilizou-se o equipamento gerador de raio X da Philips, modelo CE 0051, série 1AE, as sementes foram colocadas a uma distância focal de 70 cm, posteriormente fez-se a leitura digital do filme com o equipamento Kodak Direct View Elite, modelo 975. Em seguida as imagens foram abertas no formato Tagged Image File Format (TIFF) e convertidas em escala cinza de 8 bits, para que o software processasse as imagens. Os autores observaram que as imagens radiografadas com o uso software ImageJ® permitiu mensurar as áreas preenchidas e áreas livres no interior da semente.

Após as análises radiográficas o teste de raio X possibilita que as sementes possam ser utilizadas em outros testes fisiológicos, permitindo associar a morfologia interna com a germinação e vigor das sementes, isso ocorre devido ser uma técnica não destrutiva que não destrói o material analisado (ARRUDA, 2016).

Fernandes *et al.* (2016) concluíram que o teste de raio X é eficiente na avaliação de sementes de fisális (*Physalis peruviana* L.) coletadas em diferentes fases de maturação. O teste permitiu selecionar as sementes não viáveis através da morfologia interna, as que tinham pouca ocupação pelo endosperma obtiveram baixa percentagem de plântulas normais, isso pode ser devido a anomalia da morfologia interna.

Sendo assim, o teste de raio X tem metodologia simples de fácil execução, assim como também é um método rápido que não destrói o material analisado, além

disso tem como vantagem não precisar fazer uso de tratamento prévio nas sementes (ARRUDA, 2016).

3.14. TESTE DE pH DO EXSUDADO

As sementes quando estão com elevado grau de deterioração liberam uma quantidade maior de íons de H⁺, açúcares e ácidos orgânicos, provocando a acidez do exsudado das sementes (ARAÚJO; SILVA, 2018). O teste de pH do exsudado fundamenta-se nas modificações do pH provenientes da exsudação dos lixiviados (SANTANA *et al.*, 1998).

Para realização do teste Sá *et al.* (2011) adaptaram a metodologia de Marcos Filho *et al.* (1987) da seguinte forma, inicialmente prepara-se as soluções de fenolftaleína e carbonato de sódio anidro. Na primeira solução dilui-se 1 g de fenolftaleína em 100mL de álcool, em seguida acrescenta 100mL de água fervida e NaOH 0,02N homogeniza até aparecer a coloração rosa. Já a outra solução deve-se dissolver 0,8 g de carbonato de sódio anidro em 1000mL de água destilada e fervida. Após o preparo da solução, utiliza-se 4 repetições de 50 sementes ou 8 repetições de 25 sementes puras. Cada semente deve ser embebida em 2mL de água destilada com pH 7, em recipientes com capacidade máxima de 5mL, o período de embebição varia de espécie. Posteriormente a esse período, coloca-se 1 gota de solução de fenolftaleína e 1 gota de solução de carbonato de sódio anidro em cada recipiente, sendo misturada com o auxílio de um bastonete.

Avaliação do teste é realizada com base na coloração da solução das sementes nos recipientes, a solução que apresenta cor rosa-escura as sementes são classificadas como viáveis, podendo originar plântulas normais; a coloração rosa-clara indica a possibilidade de gerar plântulas anormais e a coloração incolor significa que não há atividade fisiológica (ARAÚJO; SILVA, 2018).

Trabalhando com sementes de angico (*Anadenanthera falcata*), copaíba, (*Copaífera langsdorffii*), tamboril (*Enterolobium timbouva*) Matos (2009) utilizou a metodologia do teste de exsudado massal, as soluções foram preparadas, diluindo-se 1 g de fenolftaleína em 100mL de álcool, acrescentando-se 100mL de água destilada

e fervida, para a solução de carbonato de sódio dissolveu-se 8,5 g/L de carbonato de sódio anidro em água destilada e fervida. Utilizou-se 7 repetições com 20 sementes de cada espécie, cada repetição foi colocada em copo de plástico com 200mL de água destilada e embebidas por 30 minutos em temperatura de 25°C. Após esse período colocou-se 20 gotas de cada solução, sendo misturada com o auxílio de um bastonete de plástico. Em seguida realizou-se a leitura observando-se a coloração das soluções nos copos, o teste mostrou-se eficaz na verificação da viabilidade de sementes que apresentam dormência.

Cabrera *et al.* (2002) ressaltam que o teste massal do pH do exsudado pode ter desvantagem em relação a não conseguir diferenciar uma amostra que possua muitas sementes de boa qualidade com sementes mortas, de uma amostra com sementes de qualidade regular. Portanto, recomendam que não utilize sementes que apresentem danos.

Em trabalho realizado com sementes de citrumelo 'swingle' (*Citrus paradisi* Macfad. Cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf) Carvalho *et al.* (2002) constataram que o teste de exsudado é uma alternativa viável na avaliação da viabilidade das sementes da espécie, permitindo classificar de forma rápida, diferenciando os lotes em 30 e 60 minutos.

Dentre os diversos métodos que avaliam a qualidade de sementes, o teste de exsudado apresenta rapidez na obtenção de resultados, geralmente utiliza menor tempo para determinar a viabilidade das sementes quando comparado a outros procedimentos que analisam o vigor a das sementes (SANTOS *et al.*, 2011).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo foi abordado as análises realizadas nos laboratórios credenciados para Análises de Sementes, além de destacar os avanços na área, que buscam técnicas mais eficazes, tanto na execução quanto na obtenção de resultados rápidos e precisos.

Observou-se que algumas metodologias necessitam de adequações na realização do teste e que os testes padrões são mais detalhados para as grandes culturas. Autores relatam que existe uma carência de estudos sobre os métodos padronizados para verificar o vigor de espécies florestais.

Associado aos métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes, o uso de software nos procedimentos de análise da qualidade de sementes tem apresentado resultados satisfatórios na avaliação do vigor, uma vez que, tem facilitado a avaliação dos resultados diminuindo os erros de subjetividade por parte do analista. De acordo com diversos autores, os procedimentos computadorizados na avaliação de sementes é uma ferramenta poderosa que permite capturar e mensurar informações sobre a qualidade fisiológica das sementes.

Por fim, as diversas metodologias empregadas na tecnologia de sementes dependem de fatores como: espécie, custos, tempo, complexidade de execução e aparato tecnológico dos laboratórios.

5. REFERÊNCIAS

- ABREU, W. E. de. **Análise de imagens na avaliação da morfologia interna e do Vigor de sementes de *brachiaria brizantha* cv. Xaraés**. 2018. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2018.
- ALVES, C. Z.; Sá, M. E. de. Adequação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado em sementes de rúcula. **Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2789-2798, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/10499/WOS000314514800027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 nov. 2020.
- ARAÚJO, A. V. de; SILVA, M. A. D. da. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* Mart.ex Schult. & Schult. f. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 56-66, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/31576/pdf>. Acesso em: 24 fev. 2021.
- ARRUDA, N. **Avaliação da morfologia interna de sementes de citrumelo 'Swingle' por meio de raio x**. 2016. 77 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2016.
- BRANCALION, P. H. D.; NOVEMBRE, A. D. da L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010. Disponível em: <http://esalq.lastrop.com.br/img/publicacoes/3..pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.
- BRANDANI, E. B. **Análise de imagens na avaliação do vigor de sementes de soja**. 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília. 2017.
- BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Brasília: Casa Civil, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 1 ed. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: Mapa/ ACS, 2009a. 200p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009b. 398 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Mapa nº 9, de 02 de junho de 2005. Aprova as Normas para Produção, Comercialização e Utilização de Sementes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jun. 2005. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 457, de 18 de dezembro de 1986. Estabelece para todo o território nacional, procedimentos e padrões de sementes olerícolas, para distribuição, transporte, e comércio de sementes fiscalizadas, e para importação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 dez. 1986. Seção 1, p. 19.653.

BERTOLIN, D. C.; MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ, E. de; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1 p. 104 - 112, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n1/12.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2021.

BIEZUS, A.; XAVIER, E.; BRUSAMARELLO, A. P.; MANTELI, C.; CARVALHO, A. F. G. Emergência e desenvolvimento inicial de plântula de feijão em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 4, p. 428-434, 2017. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v12i4a5472. Acesso em: 12 jan. 2021.

CABRERA, A. C.; PESKE, S. T. Testes do pH do exsudato para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 134-140, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222002000100019. Acesso em: 24 fev. 2021.

CÂMARA, J. T. da. **Fatores associados à perda de qualidade na produção de sementes de soja na região de Planaltina-DF**. 2016. 24 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2016.

CAMARGO, M. P. de. ***Sclerotonia sclerotiorum* em sementes de soja: sobrevivência, efeito na germinação, tamanho de amostra para análise e eficiência *in vitro* de fungicidas**. 2013. 78 f. Dissertação (mestrado em Fitopatologia) -- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013.

CAPELARO, L. Q. **Utilização de técnicas de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes de soja e milho**. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2017.

CARVALHO, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; OLIVEIRA, J. A.; RENATO MENDES GUIMARÃES, R. M.; BONOME, L. T. Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Citromelo swingle. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p.263-270, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n1/v24n1a37.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2021.

CASEIRO, R. F.; FILHO, J. M. Procedimento para condução do teste frio em sementes de milho: Pré resfriamento e distribuição do substrato no interior da câmara fria. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 6-11, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n2/v24n2a02.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

CASSOL, V. M.; FANTINEL, L. SILVA, W. L. da. Estudo e viabilidade do revestimento de sementes da soja no processo da germinação a partir do uso de polímero hidrogel

de amido de milho. **Disciplinarum Scientia**, v. 21, n. 1, p. 103-115, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/3168/2558>. Acesso em: 03 fev. 2021.

CATÃO, H. C. R. M.; COSTA, F. M.; VALADARES, S. V.; DOURADO, E. da S. R.; BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; SALES, N. de L. P. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2060-2066, 2010 Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010001000002&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 04 jan. 2021.

CEOLIN, G. **Qualidade da Semeadura da Soja em Função da Velocidade e do Sistema de Distribuição**. 2015. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

CÔRREA, P. D. **Avaliação da morfologia interna e do vigor de sementes de algodão utilizando técnicas de análise de imagens**. 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2017.

DELAZERI, P.; GARLET, J.; SOUZA, G. F. Teste de Condutividade Elétrica em Lotes de Sementes de *Schinus molle* L. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3 p. 413-417, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872016005013102&script=sci_arttext. Acesso em: 31 dez. 2020.

DERRE, L. de O.; DALTOÉ, J. A.; SARUBO, V.; ABRANTES, F. L. Influência do tamanho de sementes na germinação e vigor inicial da soja (*glycine max*). **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. Especial, p. 100-107, 2017. Disponível em: [http://www.unoeste.br/site/enepe/2017/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/INFLU%C3%80NCIA%20DO%20TAMANHO%20DE%20SEMENTES%20NA%20GERMINA%C3%87%C3%83O%20E%20VIGOR%20INICIAL%20DA%20SOJA%20\(Glycine%20max\).pdf](http://www.unoeste.br/site/enepe/2017/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/INFLU%C3%80NCIA%20DO%20TAMANHO%20DE%20SEMENTES%20NA%20GERMINA%C3%87%C3%83O%20E%20VIGOR%20INICIAL%20DA%20SOJA%20(Glycine%20max).pdf). Acesso em: 31 jan. 2021.

DIAS, M. C. L de L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 145-151, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n3/19.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2020.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. de; ARANTES, L. de O.; OLIVEIRA, D. M. de; NERY, F. C. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 438-443, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542008000200014&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 16 jan. 2021.

FANTINEL, V. S.; OLIVEIRA, L. M. de; CASA, R. T.; SCHNEIDER, P. F. ROCHA, E. C. da; VICENTE, D. POZZAN, M. Detecção de Fungos em Sementes de *Acca sellowiana* (Berg) Burret. **Floresta Ambiental**, v. 24, e00087414, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872017000100176&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 06 jan. 2021.

FERNANDES, J. S.; SILVA, D. F. da; SANTOS, H. O. dos; PINHO, E. V. de R. V. Teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de frutos de fisalis em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.165-168 2016. Disponível em: https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711522016165/pdf_35. Acesso em: 30 dez. 2020.

FERREIRA, L. R.; FORTI, V.A.; SILVA, V.N.; SIMONE DA COSTA MELLO, S. da C. Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1189-1195, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782013000700008#:~:text=Para%20sementes%20de%20tomate%2C%20foi,et%20al.%2C%202007). Acesso em: 18 dez. 2020.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4 p. 099-110, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01031222010000400011&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 28 jan. 2021.

FRANDOLOSO, V. **Atributos da qualidade de semente de soja produzida no estado de Santa Catarina**. 2012. 109 f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2012.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. da S.; GALINDO, E. A. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2373-2382, .2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/187268067.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2021.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; COSTA, E. M. T. da.; SANTOS-MOURA, S. da S.; SILVA, R. dos S. da.; CRUZ, F. R. da S. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana earensis* (Allemão) A.C. smith. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 859-866, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13994/12892>. Acesso em: 31 jan. 2021.

HANZEN, F. A.; DRANSKI, J. A. L. Morfometria e beneficiamento de sementes de *Schizolobium parahyba*(Vell.) Blake var. *parahyba*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 4, p. 266-274, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/8198/18017>. Acesso em: 24 fev. 2020.

HENNEBERG, L.; GRABICOSKI, E. M. G. G.; JACCOUD-FILHO, D. de S; PANOBIANCO, M. Incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja e sensibilidade dos testes de detecção. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 47, n. 6, p. 763-768, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2012000600005&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 22 fev. 2021.

HOPPE, J. M.; GENRO, C. J. M.; VARGAS, C. O; FLORIANO, E. P.; REIS, E. R. dos; FORTES, F. de O.; MÜLLER, I.; FARIAS, J. A. de; CALEGARI, L.; DACOSTA, L. P. E. **Produção de sementes e mudas florestais**. Caderno Didático n. 1, 2ª ed./ Santa Maria : [s.n.], 2004. 388 p.

JESUS, L. L.; NERY, M. C.; ROCHA, A. S.; MELO, S. G. F.; CRUZ, M. S.; DIAS, D. C. F. S. Teste de tetrazólio para semente de *Sesamum indicum*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38 n. 3 p. 422-428, 2015. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000300017. Acesso em: 23 Dez. 2020.

JUNQUEIRA, M. H.; SIQUEIRA, V. C.; SCHOENINGER, V.; HARTMANN FILHO, C. P.; QUEQUETO, W. D.; LEITE, R. A.; MABASSO, G. A.; PEREIRA, C. G. Desempenho de plântulas de sementes de feijão BRS Estilo submetidas à diferentes temperaturas de secagem. **Global Science Technology**, v. 11, n. 2, p. 304-314, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328381268_DESEMPENHO_DE_PLANTULAS_DE_SEMENTES_DE_FEIJAO_BRS_ESTILO_SUBMETIDAS_A_DIFERENTES_TEMPERATURAS_DE_SECAGEM. Acesso em: 18 dez. 2020.

LIMA, K. A. P. de. **Análise de imagens de sementes e plântulas de carnaúba para avaliação de vigor**. 2019. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2019.

LIMA JUNIOR, M. J. V. FIGLIOLIA, M.B., PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; GENTIL, D. F. O.; SOUZA, M. M.; SILVA, V. S. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010. 146p.

LOPES, M. S. **Método de estufa para determinação do grau de umidade de sementes de arroz e soja**. 2008. 43 f. Tese (Doutorado em em Ciência e Tecnologia de Semente) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in seletion and evaluation for seedlig emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARANGONI, L. D.; MUNIZ, M. F. B.; BINOTTO, R.; GEORGIN, J.; MACIEL, C.G. Influência do teor de umidade na germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (benth.) brenan. **Nativa**, v. 2, n. 4, p. 224-228, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/229930936.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2021.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 230 p.1987.

MARTINS, C.C.; MACHADO, C. G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 863-868, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n3/a24v32n3.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

MATOS, J. M. de M. **Avaliação da eficiência do teste de pH de exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília. 2009.

MEDEIROS, A. D. de. **Fenotipagem de sementes com uso de radiação eletromagnética não visível e sua relação com a qualidade fisiológica**. 2019. 91 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019.

MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. SAPL ®: um software gratuito para determinação do potencial fisiológico em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 222-228, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-40632018000300222&script=sci_arttext. Acesso em: 27 dez. 2020.

MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D.; SILVA, J. A. Processamento digital de imagens na determinação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, e5540, 2018. Disponível em: http://agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v13i3a5540#:~:text=O%20uso%20da%20an%C3%A1lise%20de,e%20de%20economia%20de%20tempo. Acesso em: 26 nov. 2020.

MIGUEL, M. H.; CARVALHO, M. V. de; BECKERT, O. P.; MARCOS FILHO, J. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 741-746, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162001000400015&script=sci_arttext. Acesso em: 26 dez. 2020.

MONTEIRO, D. T. Envelhecimento acelerado e ocorrência de fungos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de arroz. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 94-104, 2017. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0871018X201700010012&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 26 nov. 2020.

MORAES, C. E.; LOPES, J. C.; FARIAS, C. C. M.; MACIEL, K. S. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. em função do teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Florestal**. v. 26, n. 1, p. 213-223, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982016000100213. Acesso em: 26 nov. 2020.

MORITZ, A.; ORTIZ, T. A.; SOUZA, A. de; TAKAHASHI, L. S. A.; ZUCARELI, C. Comparação de métodos para a determinação do teor de umidade em grãos de milho e de soja. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 145-154, 2012. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1648>. Acesso em: 08 jan. 2021.

MURARO, D. S.; CUTTI, L.; KULCZYNSKI, S. M.; BASSO, C. J.; PEDROSO, D. S. Teste de condutividade elétrica em sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.).

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 12, n. 4, p. 490-495, 2017. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v12i4a5483&path%5B%5D=5009. Acesso em: 30 nov. 2020.

NETO, J. de; B. F. 35 anos de capacitação nos testes de tretazólio e patologia de sementes de soja. **Seednews**, edição XXI, 2015. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/1381-diacom-edicao-setembro-2015>. Acesso em: 01 dez. 2020.

NETO, J. J. da S. B.; ALMEIDA, F. de A. C.; QUEIROGA, V. de P.; GONÇALVES, C. G. **Sementes estudos tecnológicos**. Aracaju: IFS, 2014. 285 p.

NERLING, D.; COELHO, C. M. M.; MAZURKIÉVICZ, J.; NODARI, R. O. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 3, p. 238-246, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5695/4143>. Acesso em: 14 dez. 2020.

NORONHA, B. G. de; MEDEIROS, A. D. de; PEREIRA, M. D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Moringa oleífera Lam. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 393-402, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Bruno_De_Noronha/publication/324194841_AVALIACAO_DA_QUALIDADE_FISIOLOGICA_DE_SEMENTES_DE_Moringa_oleifera_Lam/links/5c6ed9c0458515831f65046a/AVALIACAO-DA-QUALIDADE-FISIOLOGICA-DE-SEMENTES-DE-Moringa-oleifera-Lam.pdf. Acesso em: 30 dez. 2020.

NUNES, L. R. L.; PINHEIRO, P. R.; DUTRA, A. S. Potencial fisiológico de sementes de feijão-caupi submetidas à pré-hidratação. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 54-59, 2019. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2646>. Acesso em: 02 jan. 2021.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v. 1 n. 4, 2009. Disponível em: <http://200.20.229.16/isp/index.php/isp/article/view/35/34>. Acesso em: 30 jan. 2021.

OLIVEIRA, A. Í. V. de. **Tópicos na produção de mudas de ipê “*Tabebuia spp.*”**. 2017. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha. 2017.

OLIVEIRA, G. L.; HILST, P. C.; SILVA, L. J. da; SEKITA, M. C.; DIAS, D. C. F. dos S. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 509-517, 2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22397/16246>. Acesso em: 05 fev. 2021.

RODRIGUES, H. C. S.; SOARES, V. N.; GEWEHR, E.; CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E. Ajustes metodológicos para a determinação de umidade em sementes de arroz. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**, v. 11, n. 22, p. 69-76, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/ajustes%20metodologicos.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

PÁDUA, G. P. de; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; NETO, J. de B. F. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 09-16, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a01>. Acesso em: 15 mar 2021.

PARDO, F. F.; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D.; COSTA, E. Qualidade fisiológica de sementes de soja esverdeadas em diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 39-43, 2015. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/275/683>. Acesso em: 15 mar. 2021.

PEDROSA, C. R. G.; MELO, L. F. de; FAGIOLI, M. Viabilidade do uso de aparelho de microondas na determinação do teor de água em sementes de milho e soja. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 48-53, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/9820>. Acesso em: 03 fev. 2021.

PEREIRA, C. E.; ALBUQUERQUE, K. S.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz ao longo da linha de beneficiamento. **Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2995-3002, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744117045.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

PEREIRA, L. M. A.; VIEIRA, R. D. PANIZZI, R. de C.; GOTARDO, M. Tratamento fungicida de sementes de milho e metodologias para a condução do teste de frio. **Revista Ceres** v. 55 n. 3 210-217, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226701012.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

PEREIRA, M. D.; Reis, J. A.; Ferrari, C. S.; Vale, A. M. P. G. Processamento digital de imagens de plântulas na avaliação do vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Ciência Florestal**, v. 30, n. 2, p. 291-306, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cflo/v30n2/1980-5098-cflo-30-02-291.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2020.

PEREIRA, W. A.; SÁVIO, F. L.; BORÉM, A.; DIAS, D. C. F. dos. Influência da disposição, número e tamanho das sementes no teste de comprimento de plântulas de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 113-121, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a13v31n1.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

PINTO, M. Q. F.; COUTINHO, G.; BORGES, K. C. de F. Fotoblastismo na germinação de sementes de araçazeiro (*Psidium guineense* Swartz.). **Magistra**, v. 31, p. 568-576, 2020. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/942>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PIVA, A. L. **Atributos de qualidade de sementes salvas de trigo na safra 2016/2017**. 2017. 36 f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos. 2017.

RADKE, A. K.; REIS, B. B. dos; GEWEHR, E.; AL MEIDA, A. da S.; TUNES, L. M. de; VILLELA, F. A. Alternativas metodológicas do teste de envelhecimento acelerado em sementes de coentro. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 95-99, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782015005040188&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 29 dez. 2020.

RAHMAN, A.; CHO, B. K. Assessment of seed quality using non-destructive measurement techniques: a review. **Seed Science Research**, v. 26, p. 285–305. 2016. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/assessment-of-seed-quality-using-nondestructive-measurement-techniques-a-review/CA4DAA31C7642A0BC38AD944448BCCC9>. Acesso em: 09 dez. 2020.

RESENDE, R. F. **Estudo da emergência de plântulas de canola (*Brassica napus*) em condições de campo**. 2019. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2019.

RIBEIRO, Í. F. N.; CARVALHO, C. A. de; JANUÁRIO, J. L.; PRADO, L. dos S. OLIVEIRA, M. C. R.; OLIVEIRA, R. F. da S. Emergência de plântulas de jutaí (*Hymenaea oblongifolia* Huber. Fabaceae) em diferentes substratos. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, p. 96-101, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/3508>. Acesso em: 12 jan. 2020.

ROCHA, C. R. M. da; SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Avaliação do vigor de sementes de girassol por meio de análise de imagens de plântulas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p. 970-976, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v45n6/1678-4596-cr-45-06-00970.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 289-292, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01090162000000200015&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 28 dez. 2020.

RODRIGUES, A. P. M. dos S.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. de; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O. de. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, n. 3, p. 638-644, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902015000300638. Acesso em: 02 fev. 2021.

RODRIGUES, D. B.; RADKE, A. K., ROSA, T.D.; TUNES, C. D.; GULARTE, J.A.; TUNES, L. M. de. Adequação metodológica do teor de água em sementes de cenoura. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 10, n. 4, p. 40-43, 2016. Disponível

em: <https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-10-2016/v-10-n-4junho2016/tca10408.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

RODRIGUES, N. C. **Avaliação do vigor de sementes de cebola e sua relação com o desempenho da emergência em casa de vegetação**. 2019. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)- Centro de Ciências Rurais, Campus de Curitibaanos, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos. 2019.

ROSSETTI, C.; ALMEIDA, A. da S.; MEDEIROS, L. B.; AGUIAR, R. N.; TUNES, L. V. M. de. Condições de substrato e temperatura para condução do teste de germinação de sementes de *Allium cepa* L. e *Allium fistulosum* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 17042-17048, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3500/3323>. Acesso em: 04 jan. 2021.

SÁ, M. E.; O LIVEIRA. S. A.; BERTOLIN, D. C. **Roteiro prático da disciplina de produção e tecnologia de sementes: análise da qualidade de sementes**. 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. 114 p.

SANTANA, D. C.; VIEIRA, M. das G. G. C.; CARVALHO, M. L. M. de.; OLIVEIRA, M. S. de. Teste do ph do exsudato-fenolftaleína para rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p.160-166, 1998. Disponível em: https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c45ab9fc4.69947367_artigo27.pdf. Acesso em: 24 fev. 2021.

SANTANA, D. G. de; ANASTÁCIO, M. R.; LIMA, J. A. de; MATTOS, M. B. de. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: Uma análise crítica do uso de correlação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3 p. 134-140, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a15.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SANTOS, J. A. dos. **Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de milho adubado com resíduos avícolas**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015.

SANTOS, J. F.; RENATA OLIVEIRA ALVARENGA, R. F.; TIMÓTEO, T. S.; CONFORTO, E. de C; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R. D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v 33, n. 4 p. 743-751, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222011000400016&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 24 fev. 2021.

SARMENTO, H. G. dos S.; DAVID, A. M. S. de S. BARBOSA, M. G.; NOBRE, D. A. C.; AMARO, H. T. R. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. **Revista Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 249-256, 2015. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/1005>. Acesso em: 17 dez. 2020.

SENEME, A. M.; POSSAMAI, E.; SCHUTA, L. R.; VANZOLINI, E. S. Germinação e sanidade de sementes de *Bauhinia variegata*. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 719-724, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n5/a05v30n5.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2020.

SILVA, A. G. da; COSTA, E.; BINOTTI, F. F. da S.; SCALOPPI JÚNIOR, E. J. A profundidade de semeadura afeta a velocidade de emergência de plântulas de Seringueira (*Hevea brasiliensis* L.). **Ciência Agrícola**, v. 16, n. 3, p. 51-55, 2018. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/4146>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SILVA, B. A. da.; NOGUEIRA, J. L.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Critérios para condução do teste de tetrazólio em sementes de araucária. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 1, p. 61-68, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100204X2016000100061&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 23 dez. 2020.

SILVA, M. G. da; ALMEIDA, T. L. de A. SCHEUNEMANN, L. C.; SILVA, R. N. O. da S.; PANOZZO, L. E. Qualidade fisiológica de sementes de soja com diferentes teores iniciais de umidade. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13 n. 23, p. 1696, 2016. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/qualidade%20fisiologica.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021

SILVA, R. C. da; GRZYBOWSKI, C. R. de S.; PANOBIANCO, M. Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v47n3/1806-6690-rca-47-03-0491.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SILVA, I do N. P da. **Associação entre características físicas da semente de soja com a qualidade da semente usando a análise da imagem e técnicas de aprendizado de máquina**. 2017. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em análise e desenvolvimento de Sistemas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba. 2017.

SILVA, K. C .N. **Avaliação do vigor de sementes crioulas de milho (*Zea mays* L.) utilizando testes tradicionais e análise de imagens**. 2020. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2020.

SILVA, L. B. da; GOTARDO, M.; OLIVEIRA, A. A. de. Metodologia alternativa para o teste de frio em sementes de sorgo. **Intercursos**, v. 8, n. 2, ISSN 2179-9059, 2009. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/intercursosrevistacientifica/article/view/2314/1267>. Acesso em: 24 dez. 2020.

SILVA, M. S. B. dos S. e; RODRIGUES, A. A. C.; OLIVEIRA, L. de J. M. G. de; SILVA, E. K. C. e; PEREIRA, T. dos S. Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz.

Revista Ceres, v. 61, n. 4, p. 511-517, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2014000400009&script=sci_arttext. Acesso em: 06 jan. 2021.

SILVEIRA M. A. M.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. Comparação de métodos para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de calêndula. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 24-30, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n2/v24n2a05.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

SOARES, M. M.; SANTOS JUNIOR, H. C. dos.; SIMÕES, G. M.; DALCIONE PAZZIN, D.; SILVA, L. J. da. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pat/v45n4/1517-6398-pat-45-04-0370.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

SUÑE, A. dos S. **Emergência de Plântulas em Diferentes Substratos e Profundidades de Semeadura: Nova Metodologia na Avaliação do Vigor em Sementes de Milheto**. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

TEIXEIRA, S. B.; COCCO, K. L. T.; CELENTE, A. M.; DELIAS, D. dos S.; REOLON, F.; MORAES, D. M. de. Efeito da temperatura sobre a germinação e crescimento inicial de sementes de *Capsicum frutescens* (L.). **Revista Verde**, v. 13, n. 1, p. 58-65, 2018. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5026/4923>. Acesso em: 14 jan. 2021.

TORRES, B. S.; PAIVA, E. P. de; ALMEIDA, J. P. N. de; BENEDITO, C. P.; CARVALHO, S. M. C. Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Revista Ciências Agrônômica**, v. 46 n. 3, p. 622-629, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902015000300622. Acesso em: 27 nov. 2020.

WENDT, L.; MALAVISI, M. de M.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; GOMES JUNIOR, F. G. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 166-171, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119051638008.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2020.

ZINI, P. B. **Qualidade de sementes de porongo: condicionamento fisiológico associado a inseticidas e teste de frio**. 2018. 53 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2018.