

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGROECOLOGIA

KEVEN WILLIAN SARMENTO GALDINO DA SILVA

ASPECTOS FENOLÓGICOS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
Moringa oleifera Lam.

Rio Largo – AL

2024

KEVEN WILLIAN SARMENTO GALDINO DA SILVA

ASPECTOS FENOLÓGICOS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
Moringa oleifera Lam.

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

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

Rio Largo – AL

2024

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

S586a Silva, Keven Willian Sarmiento Galdino da.

Aspectos fenológicos e qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. / Keven Willian Sarmiento Galdino da Silva. – 2024.

40f.: il.

Orientador(a): João Luciano de Andrade Melo Junior.

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

Inclui bibliografia

1. Teste de Tetrázólio. 2. Fenofases. 3. Sementes Florestais. I. Título.


CDU: 631.95

FOLHA DE APROVAÇÃO

KEVEN WILLIAN SARMENTO GALDINO DA SILVA


ASPECTOS FENOLÓGICOS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
Moringa oleifera Lam.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agroecologia do
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias –
CECA, da Universidade Federal de Alagoas –
UFAL, como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Agroecologia e aprovado em 22 de
janeiro de 2024.


Documento assinado digitalmente
 JOAO LUCIANO DE ANDRADE MELO JUNIOR
Data: 24/01/2024 07:38:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 REINALDO DE ALENCAR PAES
Data: 29/01/2024 21:56:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes – UFAL (Examinador interno)

Documento assinado digitalmente
 LUAN DANILO FERREIRA DE ANDRADE MELO
Data: 29/01/2024 23:10:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Rio Largo - AL

Janeiro - 2024

DEDICO

À minha mãe Cicera Vieira, meu pai Ettore Caldana e minha avó Maria Raimunda, por todo carinho, incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por sempre me guiar e dar forças para seguir sempre firme.

Aos meus familiares, em especial aos meus amados pais e minha amada avó, Cicera Vieira da Silva, Ettore Caldana e Maria Raimunda da Silva, por todo suporte e torcida durante toda a minha vida.

À minha namorada Thaíse dos Santos Berto pelo carinho, apoio e pela cumplicidade em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior, por todo suporte, conselhos e dedicação durante toda minha formação.

Aos inúmeros professores que fizeram parte da minha formação, por sempre passarem sabedoria e transmitir seus conhecimentos, especialmente aos professores do núcleo de Agroecologia.

Aos meus amigos, que sempre proporcionam momentos de alegria e descontração.

Ao Laboratório de Fitotecnia, pelo acolhimento e disponibilidade.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação/Propep/UFAL.

Ao Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC) da UFAL, modalidade de bolsa CNPq.

Aos membros da banca examinadora, por terem aceitado o convite e disponibilizado seu tempo para a avaliação deste trabalho e contribuindo com sugestões.

Ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas por todo suporte.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Tudo vai bem quando termina bem.”

(William Shakespeare).

RESUMO

A fenologia descreve eventos biológicos repetitivos, possibilitando relacionar esses eventos com fatores bióticos e abióticos. E para a germinação das sementes, o teste de tetrazólio tem sido uma alternativa promissora, por ser um teste rápido e que fornece uma análise detalhada da viabilidade e do vigor. Por outro lado, a *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie que apresenta múltiplos usos, sendo bastante distribuída em países tropicais. Com isso, os objetivos do presente trabalho foram estudar o comportamento fenológico de *M. oleifera* e relacionar as variações nas fenofases com os fatores climáticos precipitação e temperatura e além de determinar a eficiência do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes, concomitantemente à sua otimização. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – UFAL, utilizando seis lotes de sementes de *M. oleifera* da área experimental do CECA, colhidas em 2020 e 2021. Para o registro dos dados fenológicos, foram selecionadas dez árvores, sendo os registros realizados entre a primeira quinzena de agosto de 2020 e a primeira quinzena de julho de 2021, registrando-se a presença e ausência das fenofases floração e frutificação, determinando-se o índice de intensidade de Fournier. Esses dados de intensidade foram relacionados com a precipitação e temperatura média quinzenais através da correlação de Spearman. Para o teste de tetrazólio foi realizado primeiramente o pré-condicionamento das sementes, para facilitar o seu corte, e apenas os cotilédones contendo o embrião foram imersos na solução de tetrazólio, na concentração de 0,05%, pelo período de coloração de 3 horas, em câmara do tipo *Biochemical Oxygen Demand* a 30 °C no escuro. Foram classificadas como viáveis, as sementes cujo eixo embrionário apresentou coloração rosa, e como não viáveis, as sementes que o embrião apresentou coloração amarela, vermelho muito intenso ou descolorido. Para separar diferentes categorias de sementes, foram avaliadas uma a uma quanto à condição dos tecidos e cor dos mesmos, e pela posição e tamanho dos danos observados nos cotilédones, plúmula e eixo hipocótilo-radícula. A avaliação foi efetuada sob lupa de seis aumentos (6 X) com iluminação fluorescente, e dispostas sobre vidro de *scanner* de mesa e digitalizadas, com imagens armazenadas em arquivo JPG. As fenofases de *M. oleifera* intensificaram-se nos meses de agosto, setembro e dezembro de 2020, mostrando picos de intensidade de Fournier de 47,5 e 77,5, 72,5 e 92,5, e 35 e 55%, respectivamente, e abril e junho de 2021, nos intervalos mensais de maior precipitação pluvial, apresentando índices percentuais de 82,5 e 95, 77,5 e 80%, respectivamente. Os lotes nº 4 (abril/2021) e 5 (junho/2021) apresentaram viabilidade de 96 e 97%, e vigor muito alto, 91 e 92%, respectivamente, não apresentando problemas sérios, relacionados a algum dano. A intensidade e a duração das fenofases floração e frutificação em *M. oleifera* são sincronizadas com a distribuição temporal dos pulsos de precipitação naquele habitat. A viabilidade das sementes de *M. oleifera* pode ser avaliada utilizando a concentração de 0,05% de tetrazólio à 30 °C durante três horas de imersão no sal.

Palavras-chave: Teste de tetrazólio; Fenofases; Sementes florestais.

ABSTRACT

Phenology describes repetitive biological events, making it possible to relate these events to biotic and abiotic factors. And for seed germination, the tetrazolium test would be a promising alternative, as it is a quick test that provides a detailed analysis of viability and vigor. On the other hand, *Moringa oleifera* Lam. is a species that has multiple uses, being widely distributed in tropical countries. With this, the objectives of the present work were to study the phenological behavior of *M. oleifera* and to relate the variations in the phenophases with the climatic factor's precipitation and temperature and beside to determine the efficiency of the tetrazolium test for evaluation of the physiological quality of seeds, concomitantly to the its optimization. The experiment was carried out at the Laboratory of Pyrotechnics of the Campus of Engineering and Agricultural Sciences - UFAL, using six lots of *M. oleifera* seeds from the experimental area of CECA, harvested in the 2020 and 2021 harvests. To record the phenological data, ten trees were selected, with the records being made between the first half of August 2020 and the first half of July 2021, recording the presence and absence of the flowering and fruiting phenophases, determining the Fournier intensity index. These intensity data were related to the fortnightly average precipitation and temperature through Spearman's correlation. For the tetrazolium test, the seeds were first preconditioned to facilitate cutting, and only the cotyledons containing the embryo were immersed in the tetrazolium solution, at a concentration of 0.05%, for a 3-hour staining period in a *Biochemical Oxygen Demand* chamber at 30 °C in the dark. Seeds whose embryonic axis was pink were classified as viable, and seeds whose embryo was yellow, very intense red or discolored were classified as non-viable. To separate different categories of seeds, they were evaluated one by one regarding the condition of the tissues and their color, and the position and size of the damage observed in the cotyledons, plumule and hypocotyl-radicle axis. The evaluation was carried out under a magnifying glass of six magnifications (6X) with fluorescent lighting, and disposed on a table scanner glass and digitized, with images stored in a JPG file. *M. oleifera* phenophases intensified in August, September and December 2020, showing Fournier intensity peaks of 47.5 and 77.5, 72.5 and 92.5, and 35 and 55%, respectively, and April and June 2021, in the monthly intervals of greater rainfall, with percentage rates of 82.5 and 95, 77.5 and 80%, respectively. Batches n° 4 (April/2021) and 5 (June/2021) showed viability of 96 and 97%, and very high vigor, 91 and 92%, respectively, not presenting serious problems related to any damage. The intensity and duration of flowering and fruiting phenophases in *M. oleifera* are synchronized with the temporal distribution of precipitation pulses in that habitat. The viability of *M. oleifera* seeds can be evaluated using a concentration of 0.05% tetrazolium at 30 °C for three hours of immersion in salt.

Key words: Tetrazolium test; Phenophases; Forest seeds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Intensidade fenológica apresentada por <i>M. oleifera</i> e precipitação pluvial mensal, na área experimental do CECA (2020-2021).	24
Figura 2. Atividade fenológica apresentada por <i>M. oleifera</i> e precipitação pluvial mensal, na área experimental do CECA (2020-2021).	25
Figura 3. Classes para avaliação da viabilidade e vigor de sementes de <i>M. oleifera</i> pelo teste de tetrazólio.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Correlação de Spearman entre os dados fenológicos de intensidade e atividade de cada fenofase de <i>M. oleifera</i> e os fatores climáticos no período de agosto/2020 a julho/2021, na área experimental do CECA.....	26
Tabela 2. Avaliação da germinação (G), primeira contagem (PC) de plântulas normais, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e uniformidade de germinação (U), de sementes de <i>M. oleifera</i> colhidas em diferentes épocas.....	27
Tabela 3. Resultados do Teste de Tetrázólio obtidos em seis lotes de sementes de <i>M. oleifera</i> , colhidas nas safras 2020 e 2021.	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Informações sobre a espécie	15
2.2	O Semiárido brasileiro	16
2.3	Fenologia	17
2.5	Teste de tetrazólio.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Registro dos dados fenológicos	20
3.2	Material vegetal	21
3.3	Avaliação do potencial fisiológico das sementes	21
3.4	Teste de Tetrazólio (TZ).....	22
3.5	Delineamento experimental e análise estatística.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1	Intensidade e atividade das fenofases floração e frutificação de <i>M. oleifera</i>	24
4.2	Avaliação do potencial fisiológicos das sementes de <i>M. oleifera</i>	27
4.3	Adequação do teste de tetrazólio nas sementes de <i>M. oleifera</i>	28
5	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A fenologia descreve eventos biológicos repetitivos, possibilitando relacionar esses eventos com fatores bióticos e abióticos, em nível de população ou comunidade (VEIT; SCHWARZ; GUERRA, 2019). Logo, a caracterização das fenofases vegetais funciona como indicador da resposta das plantas às condições climáticas e edáficas locais e, além disto, possibilita um melhor entendimento da dinâmica da espécie e fornece suporte científico sobre aspectos da biologia no seu habitat natural (BEYERLEIN; MENDES; PEREIRA, 2019).

Vale ressaltar que, segundo Silva *et al.* (2019), o clima sazonal também influi na ocorrência de ritmos periódicos de crescimento e reprodução (fenofases). Por isso, a fenologia seria uma das ferramentas para identificar os fatores que influenciam a reprodução e a sobrevivência da espécie, ao mesmo tempo que trata-se de uma linha de pesquisa importante para entender o funcionamento dos ecossistemas florestais, sua conservação e manejo (BASSACO; NOGUEIRA, 2019).

A *Moringa oleifera* Lam. pertence à família Moringaceae, é bastante distribuída em países tropicais e, por ser de fácil adaptação às condições semiáridas, vem se destacando nas pesquisas científicas (MEDEIROS *et al.*, 2019). A espécie também possui múltiplos usos, principalmente pelo seu valor medicinal, como forrageira, condimentar, na indústria de cosméticos, melífero, combustível e no tratamento de purificação da água através da solução coagulante feita a partir das sementes (NORONHA; MEDEIROS; PEREIRA, 2019).

A germinação das sementes, por sua vez, é considerada uma etapa crítica no estabelecimento e desenvolvimento das plantas em condições de campo, e diversos são os testes que avaliam a qualidade das sementes, porém, dependendo da espécie, os resultados podem demorar muito, o que de certa forma é considerado caro na cadeia que envolve a produção e comercialização de sementes e posterior produção de mudas (NORONHA, 2014). E em função da rapidez e confiabilidade na obtenção dos resultados, o uso de testes como o de tetrazólio é amplamente difundido no controle de qualidade de sementes (PEREIRA *et al.*, 2020), sendo usado para avaliar o vigor, determinar a viabilidade das sementes, danos por secagem, por insetos e por umidade, bem como para detectar danos mecânicos de colheita e/ou beneficiamento (SANTOS; VIEIRA; PANOBIANCO, 2019).

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico, que quando dissolvido é incolor (DUBOC; SILVEIRA; NASCENTES, 2018), mas quando em contato com os tecidos vivos da semente atua na alteração da coloração, o que permite classificar as sementes em viáveis e inviáveis de

acordo com o padrão de coloração dos tecidos, sendo interpretado conforme a intensidade e localização das partes coloridas e descoloridas da semente (GIBBERT, 2018).

Nesse contexto, os objetivos do trabalho foram (a) estudar o comportamento fenológico de *M. oleifera*; (b) relacionar as variações nas fenofases com os fatores climáticos como precipitação e temperatura; (c) determinar a eficiência do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *M. oleifera*, concomitantemente à sua otimização; (d) estabelecer padrões e técnicas que possam auxiliar na interpretação dos resultados; e (e) fornecer informações para o desenvolvimento dos programas de recuperação de suas populações naturais, através do conhecimento da melhor época de coleta de sementes na região e da maximização da produção de mudas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Informações sobre a espécie

A *M. oleifera* Lam. é popularmente conhecida por moringueiro, lírio branco ou acácia-branca. Pertence a divisão Magnoliophyta, com a classe Magnoliopsida, inserida na ordem Papaverales, e na família Moringaceae, e dentre as quatorze espécies do gênero, a *M. oleifera* Lam. é a espécie cultivada que mais se destaca (ABDULL; IBRAHIM; KNTAYYA, 2014).

É uma espécie vinda do Noroeste da Índia, que teve rápida adaptação na região Nordeste do Brasil por conta da eficiência de suas sementes no tratamento de água (PEREIRA *et al.*, 2015), sendo considerada um coagulante natural por ter uma proteína catiônica, que age desestabilizando as partículas presentes na água e coagulando os colóides como sal e areia, devido a isso vem sendo bastante requisitada na região Semiárida do Nordeste, além de seu baixo custo (OLIVEIRA *et al.*, 2018) e por apresentar rusticidade, ou seja, a capacidade de adaptação a condições climáticas e a solos áridos (SANTOS, 2020).

A *M. oleifera* é uma árvore de pequeno porte que possui a copa aberta em forma de sombrinha e tem um crescimento rápido, podendo alcançar até 12 metros de altura; seu tronco tem cerca de 30 centímetros de diâmetro e, por ser uma espécie perene, apresenta a desfolha anual (GUALBERTO *et al.*, 2014).

As suas folhas são alternas, espiraladas e tripinada imparipinada; suas flores possuem coloração branca ou branco amarelado composta por cinco pétalas e são bissexuais, oblíquas, pedunculadas, axilares e agrupadas em inflorescências terminais do tipo panícula (FERNANDES, 2023). Seus polinizadores são abelhas e pássaros. O fruto é do tipo vagem com três faces, possuindo cerca de 28 cm de comprimento e 2,0 cm de largura, com média de 12 sementes por fruto; as sementes são globosas e aladas, de coloração castanho, apresentando em sua extremidade um hilo pequeno, linear e saliente, tem cerca de 1,0 cm de comprimento e 1,0 cm de espessura (CAETANO *et al.*, 2021).

É uma planta com fecundação cruzada, ou seja, alógama, exibindo rápido crescimento, plasticidade fenotípica, e reprodução seja por sementes ou propagação por estacas, por isso tem ganhado bastante espaço em áreas degradadas e com difícil acesso à água, corroborando para a alta demanda por suas sementes e mudas (XAVIER *et al.*, 2014).

Além de tudo isso, vários produtos podem ser produzidos a partir da planta, como o óleo extraído das sementes, tendo relevância nas indústrias farmacêuticas, cosméticas, produção de combustível, tratamento de água e vem apresentando uma elevada demanda na indústria

alimentícia (AGUSTINI *et al.*, 2015). E as formas de consumo podem ser *in natura* com as folhas e sementes ou na forma de infusão e suco usando as folhas, cascas do caule, frutos e sementes.

2.2 O Semiárido brasileiro

As características pluviométricas, topográficas e climáticas das regiões Áridas e Semiáridas dificultam o aproveitamento dos recursos hídricos que podem ser alcançados em algumas regiões, e seus solos encontram-se em condições naturais propícias a processos de salinização e sodificação (SOUZA; RIBEIRO, 2019), condições estas que interferem no desenvolvimento agrícola nessas regiões. Em muitos casos, a irrigação é a única forma de garantir com segurança a produção agrícola, porque nessas áreas as plantas sofrem com falta de água, pois a evapotranspiração potencial excede as taxas de precipitação na maior parte do ano (HOLANDA *et al.*, 2016).

A origem da salinização do solo é resultado de processos naturais (salinização primária) e atividades humanas (salinização secundária). Os principais determinantes desse processo estão relacionados aos minerais nativos, clima árido e/ou semiárido, má drenagem, lençol freático alto, baixa permeabilidade do solo, manejo inadequado da irrigação e adubação química contínua e deficiente (MOREIRA *et al.*, 2016).

A Caatinga é a flora dominante da região Semiárida do Brasil, conhecida por sua rica biodiversidade. Além disso, apresenta ambientes únicos e cientificamente inexplorados, espécies endêmicas e flora diversificada (LIMA; ARAÚJO; BRITO, 2020). É uma das regiões menos estudadas, com alterações na geomorfologia e na flora devido à evolução e adaptação dos fatores climáticos da região, principalmente a baixa precipitação (ALMEIDA *et al.*, 2014).

A Caatinga, centrada no Nordeste do Brasil, é geralmente caracterizada por grandes áreas de terreno plano em altitudes que variam de 300 a 500 m, e sua vegetação consiste em árvores baixas, ramificadas, espinhosas e arbustos caducifólios cuja folhagem muda durante as estações seca do ano. Essa vegetação nua com troncos e galhos esbranquiçados, recebem o nome de mata branca ou "caatinga" na língua tupi-guarani, dos indígenas (TABARELLI *et al.*, 2018).

A Caatinga é um dos ecossistemas mais ameaçados do Brasil, caracterizada pela desertificação devido a fatores climáticos e atividades humanas (COSTA *et al.*, 2009) como, por exemplo, o desmatamento acelerado devido à extração indiscriminada de recursos florestais

(lenha nativa) para fins domésticos e industriais, sobrepastoreio de grandes pecuárias e terras agrícolas; chegando a 46% da área do bioma desmatado (GUILHERMINO *et al.*, 2019).

A compreensão das atividades humanas é fundamental para entender a relação entre as pessoas e a natureza, pois as formas atuais de uso e exploração tradicionais dos recursos da Caatinga são muito precárias e muitas vezes não são feitas de forma sustentável que respeite a complexidade desse ecossistema (SILVA *et al.*, 2014), o que já apresenta núcleos de desertificação que põem em perigo a flora, a fertilidade dos solos e a fauna e, conseqüentemente, conduzem à diminuição da produtividade das terras, levando à perda de rendimentos das famílias, que migram cada vez mais para os grandes centros urbanos (RAMOS *et al.*, 2020). Portanto, buscar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, é essencial para se ter prosperidade e longevidade nas áreas cultivadas.

2.3 Fenologia

A fenologia tem como principal foco de estudo considerar as modificações extrínsecas (características morfológicas) e as alterações no plantio (TREVISOL, 2013). É considerada como a parte da botânica que visa compreender fenômenos que aparecem com frequência nas plantas, como floração, frutificação e produção de sementes (FAGHERAZZI, 2015). Sendo assim, o estudo dessa determinada área pode auxiliar na preparação e no manejo da cultura, pois tem grande relevância para a obtenção de dados entre a planta e o ambiente (RÓS *et al.*, 2011).

Com isso, proporciona um entendimento sobre como a espécie pode ser afetada com alterações ambientais, como os pulsos e interpulsos de precipitação pluvial, bem como o comportamento de seus polinizadores, influenciando na fenofase reprodutiva, agindo para regular a reprodução da planta (SILVA, 2019), dando ênfase nos pulsos e interpulsos de precipitação, que impulsionam o brotamento, floração e frutificação, porém, ainda carece de estudos com associações desses eventos que afetam o crescimento da planta (PARENTE *et al.*, 2012).

O estudo da fenologia tem sido utilizado para observação de eventuais processos biológicos recorrentes e a relação com as alterações no meio ambiente, podendo ser biótico e abiótico, visando tornar mais claro a sazonalidade biológica (SOUZA, 2012). Assim, a fase que a planta fica mais sensível às alterações no ambiente, como a precipitação pluvial, temperatura, fotoperíodo, intensidade de radiação, qualidade do solo, presença ou ausência de dispersores, encontra-se relacionada com a fase reprodutiva (FISCH; NOGUEIRA JUNIOR;

MANTOVANI, 2013). Isso contribui para a compreensão da fenofase e regeneração das plantas em relação ao ciclo de vida dos animais que precisam das plantas como fonte de alimento ou polinização (LIEBSCH; MIKICH, 2009).

O conhecimento do funcionamento da planta e sua adaptabilidade em uma determinada área ou região de certa forma possibilita classificar as suas características, visando a produção ou recuperação ambiental, bem como compreendendo a dinâmica dos ecossistemas florestais e nas formas de reprodução das espécies. Assim, monitorando os ciclos de reprodução, conservação e manejo das plantas (FELSEMBURGH; PELEJA; CARMO, 2016).

A aplicação da fenologia em diferentes espécies provém de aspectos genotípicos e fenotípicos, já que toda espécie difere de outra em relação à qual é inserida as variações do meio ambiente. Sendo assim, é de suma importância o conhecimento sobre fenologia em espécies nativas para a conservação e desenvolvimento de projetos como paisagismos e áreas de conservação (FERRERA *et al.*, 2017). Além disso, segundo Oliveira *et al.* (2013), o estudo da conduta fenológica das plantas é indispensável para a aquisição de valores na sua produtividade e preservação.

A fase reprodutiva é uma etapa muito relevante para as interações entre as populações e para a sobrevivência da espécie, tendo destaque a floração e dispersão das sementes (MANTOVANI *et al.*, 2003). A época de produção de sementes está relacionada ao fruto, presença de polinizadores e dispersores, crescimento do fruto, e a ação de predadores. Logo, o conhecimento desse estudo pode ser utilizado em muitas áreas de atuação, para possibilitar métodos de coleta de sementes e de frutos, influenciando a qualidade da dispersão das sementes (MANTOVANI *et al.*, 2003).

Vale ressaltar que, para identificar as condições que favorecem o seu desenvolvimento, é de extrema importância a obtenção de dados referente à espécie, especialmente quando pensamos em melhores maneiras de propagação e produção de mudas (BERNARDI, 2020). Contudo, o estudo das fenofases da *M. oleifera* no Brasil ainda é muito escasso.

2.5 Teste de tetrazólio

O teste de germinação é o método mais comum realizado para obter resultados quanto à qualidade fisiológica das sementes, sendo conduzido sob condições controladas de umidade, temperatura e fotoperíodo, porém, dependendo da espécie, requer um tempo relativamente longo para obtenção de resultados (MORAES *et al.*, 2019). Com isso, a busca por testes rápidos vem ganhando cada vez mais notoriedade, a exemplo do teste de tetrazólio.

No teste de tetrazólio, as enzimas desidrogenases atuam na respiração celular, produzindo uma substância vermelha, estável e não-difusível. Este composto, chamado trifenilformazan, é formado a partir da redução do 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio. Como resultado desta reação, as partes vivas da semente são tingidas de vermelho, enquanto as mortas mantêm a cor original, permitindo distinguir os tecidos por sua condição (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2019).

Este teste é comumente utilizado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes, preferivelmente em um curto espaço de tempo e com baixo custo (MERCADO; CALEÑO; ROZO, 2020), fornecendo informações sobre a identificação de diferentes níveis de viabilidade e vigor, com foco nas condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente (TERAÇÃO, 2021). Entretanto, para alcançar uma eficácia do teste, faz-se necessário definir condições específicas de preparo e de coloração das sementes (PARAÍSO *et al.*, 2019).

Vários fatores podem influenciar no resultado do teste de tetrazólio, como o preparo e pré-condicionamento das sementes, que atua na ativação do metabolismo enzimático, facilitando o preparo das sementes para o teste e a penetração da solução de tetrazólio (SANTOS, 2019). A concentração da solução de tetrazólio, o tempo e a temperatura de exposição ao sal, bem como a avaliação adequada da coloração das sementes, são fundamentais para a obtenção de resultados confiáveis sobre a sua qualidade (SOUSA *et al.*, 2017), ressaltando que esses fatores variam de acordo com a espécie.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, Brasil, utilizando seis lotes de sementes de *M. oleifera* da área experimental do CECA, colhidas nas safras 2020 e 2021, e armazenadas em câmara fria.

3.1 Registro dos dados fenológicos

Para o acompanhamento fenológico, foram selecionadas dez árvores de tamanho semelhante, com troncos aproximadamente retilíneos, copas abundantes e boas condições fitossanitárias (ausência aparente de doenças e infestações de parasitas) (NUNES *et al.*, 2008).

Os registros dos dados fenológicos foram realizados entre a primeira quinzena de agosto de 2020 e a primeira quinzena de julho de 2021.

As observações foram realizadas em intervalos quinzenais, registrando-se a presença e ausência das fenofases floração e frutificação. Essas fases foram definidas da seguinte forma: floração – período em que a árvore está em plena floração; frutificação – começa a partir do momento em que é possível visualizar os pequenos frutos após a fertilização das flores e termina com a dispersão das sementes (LIMA *et al.*, 2018).

Para a determinação do índice de intensidade de Fournier (1974), foram obtidos dados fenológicos em campo, através de uma escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% entre cada categoria. Quinzenalmente, os valores obtidos de todos os indivíduos foram somados e divididos pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). Esse valor corresponde a uma proporção que foi, então, multiplicada por 100, para transformá-la em um valor porcentual (D'ÊÇA-NEVES; MORELLATO, 2004).

Para determinar a presença ou ausência da fenofase e estimar a sincronia entre os indivíduos da população, foi usado o índice de atividade (MORELLATO *et al.*, 1990). A cada 15 dias, todos os indivíduos que exibiam a fenofase foram somados; esse número foi multiplicado por 100 e dividido pelo valor máximo possível (número de indivíduos), e o resultado foi obtido em valores percentuais.

Os dados climatológicos (agosto/2020 a julho/2021) foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia, através da Estação Agrometeorológica Automática, localizada no CECA, a 09°28'29,1''S, 35°49'43,6''W e a 127 metros de altitude.

3.2 Material vegetal

Para obtenção das sementes, foi feita a colheita de frutos, provenientes de dez árvores localizadas na área experimental do CECA, situada a 09°27'57''S, 34°50'01''W e a 127 metros de altitude. O clima é do tipo As, tropical litorâneo úmido, segundo a classificação climática de Köppen (CARDIM, 2003).

Os frutos foram colhidos com um podador de extensão telescópico, no final do período de maturação, caracterizado pela coloração marrom escuro, antes da abertura espontânea, e a seguir, mantidos à sombra artificial (abrigo protegido do sol e da chuva) por alguns dias, para facilitar a extração das sementes (AGUSTINI *et al.*, 2015).

As sementes foram extraídas e beneficiadas manualmente, descartando-se as mal formadas, atacadas por insetos ou fungos, e em seguida, acondicionadas em frascos de vidro e armazenadas em câmara seca sob temperatura de ± 20 °C e umidade relativa entre 50 e 55%, até a realização dos experimentos (PEREIRA *et al.*, 2015).

3.3 Avaliação do potencial fisiológico das sementes

As sementes foram previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2% e lavadas com água destilada, retirando-se o excesso de umidade com papel toalha (NORONHA; MEDEIROS; PEREIRA, 2018).

Para o teste de germinação, as sementes foram colocadas para germinar entre duas folhas de papel toalha umedecidos com um volume de água em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, embrulhados em forma de rolos (BRASIL, 2009). Os rolos foram colocados dentro de sacos plásticos, em seguida mantidas em câmara do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) a 25 °C, sendo a primeira contagem (PC) de plântulas normais, efetuada aos cinco e a contagem final aos dez dias, para fins de avaliação da germinação (G) (BEZERRA *et al.*, 2004).

Consideraram-se germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com todas as suas estruturas essenciais, mostrando, dessa maneira, potencial para continuar seu desenvolvimento e originar plantas normais (BRASIL, 2009).

O teste de primeira contagem foi conduzido conjuntamente com o teste de germinação.

Para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), a contagem foi diária até a finalização do teste e calculado de acordo com a fórmula $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$ (MAGUIRE, 1962), onde:

G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas normais obtidas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias entre a semeadura e a primeira, segunda, terceira e última contagem.

Para obter a uniformidade de germinação (U), utilizou-se a fórmula $U = -\sum Fr \log_2 Fr$, sendo Fr a frequência de germinação e \log_2 – logaritmo na base 2 (LABOURIAU; VALADARES, 1976; LABOURIAU, 1983).

3.4 Teste de Tetrazólio (TZ)

Para facilitar a absorção da solução de tetrazólio, as sementes foram pré-umedecidas entre papel toalha, e colocadas em câmara do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) a 25 °C por cinco horas. Em seguida, as sementes foram cortadas longitudinalmente com lâmina de bisturi n.º 22 através da metade distal dos cotilédones, deixando-se o eixo embrionário intacto (BRASIL, 2009).

Apenas os cotilédones contendo o embrião foram colocados em copos de plástico de 50 mL, e imersos em solução do sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, na concentração de 0,05%, pelo período de coloração de 3 horas, em câmara do tipo B.O.D. a 30 °C no escuro.

Ao final do período de coloração, a solução foi descartada, e as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas submersas em água até o momento da avaliação.

Baseado nos padrões de coloração e de sanidade dos tecidos, foram classificadas como viáveis as sementes cujo eixo embrionário apresentou coloração rosa, e como não viáveis as sementes que apresentaram o eixo embrionário descolorido ou com coloração amarela ou vermelho muito intenso (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Para separar diferentes categorias de sementes dentro desses dois grupos, as sementes com diferentes potenciais fisiológicos foram avaliadas uma a uma quanto à condição dos tecidos (firmes ou flácidos) e cor dos mesmos, e pela posição e tamanho dos danos observados nos cotilédones, plúmula e eixo hipocótilo-radícula (MASULLO *et al.*, 2017).

A avaliação foi efetuada sob lupa de seis aumentos (6 X) com iluminação fluorescente. A viabilidade determinada pelo TZ foi expressa em porcentagem de sementes viáveis (TZv).

Em seguida, as sementes foram dispostas sobre vidro de *scanner* de mesa e digitalizadas, com imagens armazenadas em arquivo JPG.

Além dessas duas variáveis, TZv e porcentagem de sementes vigorosas (TZvg), foi calculada uma terceira, proveniente do produto de ambas, em nível de repetições, gerando a

TZvvg, ou seja, produto da viabilidade e vigor, obtido pela expressão $TZvvg(\%) = [(TZv/100)(TZvg/100)]100 = [(TZv)(TZvg)]/100$ (GARCIA *et al.*, 2020).

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

Os dados fenológicos de intensidade e atividade de cada fenofase (floração e frutificação) foram relacionados com a precipitação e temperatura média quinzenais através da correlação de Spearman (ZAR, 1996).

A avaliação do potencial fisiológico dos seis lotes de sementes de *M. oleifera* foi realizada utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes.

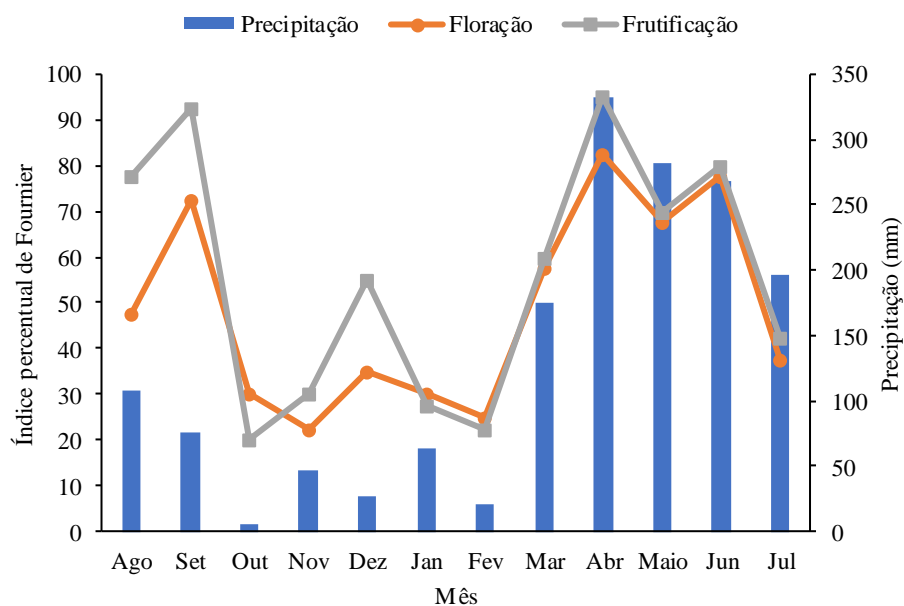
Os dados de PC, G, IVG e U foram tabulados em planilha eletrônica e submetidos à Análise de Variância (ANOVA), sendo a comparação de médias feita pelo teste de Tukey ($p \leq 5\%$), utilizando o programa Sisvar e somente as médias referentes ao teste de tetrazólio foram feitas com o teste de Tukey ($p \leq 5\%$) e Dunnett ($p \leq 5\%$) e as análises estatísticas com o *software* ASSISTAT 7.6 beta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Intensidade e atividade das fenofases floração e frutificação de *M. oleifera*

As fenofases floração e frutificação de *M. oleifera* intensificaram-se nos meses de agosto, setembro e dezembro de 2020, mostrando picos de intensidade de Fournier de 47,5 e 77,5, 72,5 e 92,5, e 35 e 55%, respectivamente, e abril e junho de 2021, nos intervalos mensais de maior precipitação pluvial, apresentando índices percentuais de 82,5 e 95, 77,5 e 80%, respectivamente (Figura 1). Nesse caso, observou-se que as fenofases foram eventos que ocorreram assim que começaram os pulsos de precipitação no período chuvoso.

Figura 1. Intensidade fenológica apresentada por *M. oleifera* e precipitação pluvial mensal, na área experimental do CECA (2020-2021).



Abordando esse assunto, Andrade *et al.* (2006) mencionaram que o sincronismo e a magnitude dos pulsos de precipitação foram indispensáveis para os processos ecológicos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água no solo para as plantas e a atividade microbológica do solo.

Segundo Noy-Meir (1973), as respostas dos processos fisiológicos na planta são altamente dependentes deste pulso.

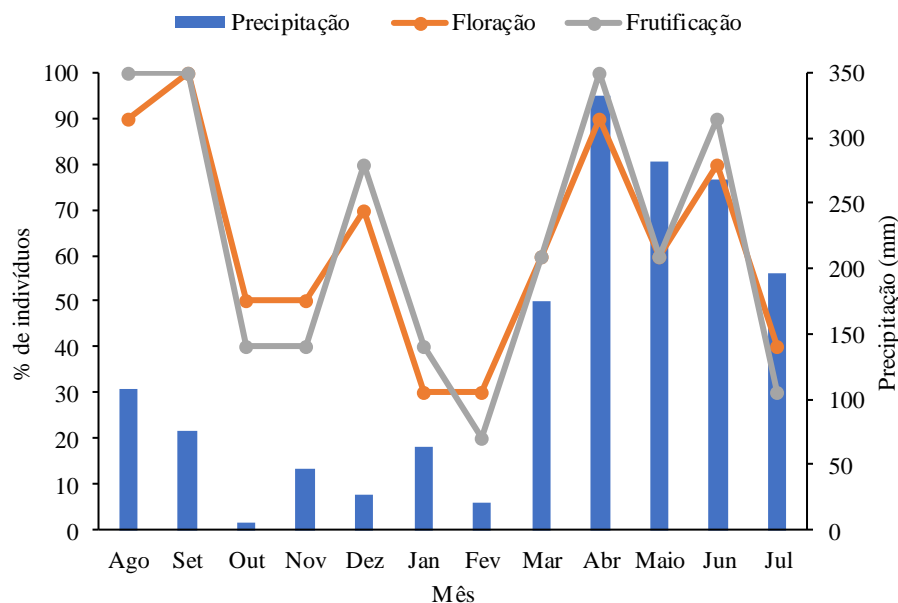
De modo geral, verificou-se que a *M. oleifera* produziu sementes entre a primeira quinzena de agosto e a primeira quinzena de setembro, e na segunda quinzena de dezembro de

2020, e na segunda quinzena de abril e primeira quinzena de junho de 2021 (Figura 1). Por outro lado, apenas a precipitação pluvial quinzenal afetou a maturação de frutos.

Conforme mostrado na Figura 2, em agosto/2020, no início do trabalho, as árvores já estavam em fase reprodutiva (botões florais, antese e frutificação), com alto percentual de atividade de flores e frutos (90 e 100%, respectivamente), demonstrando o mesmo comportamento fenológico durante abril/2021. Entretanto, para a fenofase floração, o pico da atividade ocorreu em setembro/2020, atingindo 100%, significando que a estação chuvosa do ano de 2020 corroborou para o alto índice das fenofases reprodutivas, como visto no mês de setembro.

Também foi observado que com a média de 100 mm de precipitação, mais de 30% de indivíduos da *M. oleifera* apresentaram uma tendência de alta na fenofase frutificação e floração.

Figura 2. Atividade fenológica apresentada por *M. oleifera* e precipitação pluvial mensal, na área experimental do CECA (2020-2021).



Os resultados obtidos foram similares aos de Santos *et al.* (2020) que, estudando a *Colubrina glandulosa* Perkins, avaliaram a germinação de sementes e determinação dos padrões reprodutivos em fragmentos da Caatinga e encontraram maior intensidade e duração da frutificação e floração durante a presença dos pulsos de chuva.

O oposto foi visto nos estudos de Medeiros *et al.* (2016), que verificaram a frequência das fenofases reprodutiva da *Quassia amara* L. (Simaroubaceae), relacionando-os com pulsos

de chuva e temperatura da área, avaliaram que durante os meses de maior índice de precipitação, a fenofase floração apresentou frequências menores. Para a frutificação, esses autores observaram que um elevado volume de pulso de chuva causaram uma redução na duração da frequência dos frutos. Para esses autores, a alta disponibilidade de água não estaria corroborando para as fenofases reprodutivas, já que acarreta o aumento da respiração, assim, perdendo maior quantidade de massa seca por conta da deterioração.

As variações na precipitação controlaram os índices de intensidade e atividade de cada fenofase, porque a floração e frutificação correlacionaram-se positivamente com a precipitação e negativamente com a temperatura (Tabela 1). Assim, pode-se afirmar que a produção de frutos pela *M. oleifera* é interrompida nos meses de menor precipitação (outubro a novembro de 2020 e janeiro a fevereiro de 2021). Esses resultados corroboraram a influência dos interpulsos de precipitação na fase reprodutiva, regulando a intensidade de produção das fenofases.

Tabela 1. Correlação de Spearman entre os dados fenológicos de intensidade e atividade de cada fenofase de *M. oleifera* e os fatores climáticos no período de agosto/2020 a julho/2021, na área experimental do CECA

Fenofase	Índice	Fator climático	R	P
Floração	Intensidade	Temperatura	0,152	0,238
		Precipitação	-0,515	0,000*
	Atividade	Temperatura	0,179	0,138
		Precipitação	-0,502	0,000*
Frutificação	Intensidade	Temperatura	0,251	0,093
		Precipitação	-0,534	0,000*
	Atividade	Temperatura	0,238	0,077
		Precipitação	-0,621	0,000*

r = Correlação de Spearman; P = Probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade.

Resultados contrários foram verificados nos estudos de Neves, Funch e Viana (2010), onde estudaram três espécies de *Jatropha molíssima* (Pohl) Baill., *J. mutabilis* (Pohl) Baill. E *J. ribifolia* (Pohl) Baill. Em uma área de caatinga buscando caracterizar e comparar as fenofases vegetativas e reprodutivas, observaram que a temperatura influenciou fortemente nas fenofases das espécies *J. molíssima* e *J. mutabilis*, e ambas as espécies não tiveram correlação alguma com a precipitação.

O mesmo ocorreu em espécies estudadas por Souza *et al.* (2014), onde descreveram os períodos das fenofases vegetativas e reprodutivas de seis espécies, sendo elas *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., *Pseudobombax cf. marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns, *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz, *Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm., *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos e *Cordia oncocalyx* Allemão, e somente as espécies *P. pyramidalis* e *C. oncocalyx* apresentaram correlação negativa para a floração e temperatura e as espécies *P. pyramidalis* e a *M. pseudoglaziovii* mostraram correlação negativa com a temperatura.

4.2 Avaliação do potencial fisiológicos das sementes de *M. oleifera*

Tabela 2. Avaliação da germinação (G), primeira contagem (PC) de plântulas normais, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e uniformidade de germinação (U), de sementes de *M. oleifera* colhidas em diferentes épocas.

Ano	Mês	G (%)	PC (%)	IVG	U (bit)
2020	Agosto	84 b	75 d	23,2 c	1,3769 bc
	Setembro	87 b	78 bc	22,4 c	1,5981 c
	Dezembro	86 b	77 cd	24,1 bc	1,1557 ab
2021	Abril	93 a	82 a	36,4 a	0,9315 a
	Junho	91 a	80 ab	27,1 b	1,0224 ab

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para a G, as sementes coletadas em 2021 apresentaram maior porcentagem, acima de 90% se comparados aos meses de 2020, porém todos os meses que houve produção de sementes, a *M. oleifera* demonstrou germinação acima de 80%.

Para PC, os lotes de sementes coletados de 30/abril e 15/junho, para o ano de 2021, foram os que tiveram maior germinação (82 e 80%, respectivamente); enquanto as sementes coletadas de 15/agosto, 15/setembro e 31/dezembro, para o ano de 2020, são de qualidade intermediária, no qual observou-se que 75, 78 e 77%, respectivamente, das sementes germinaram aos cinco dias.

Para o IVG, verificou-se que as sementes colhidas em 30/abril de 2020 apresentaram maior velocidade de germinação com 36,4, diferindo estatisticamente dos demais lotes, que tiveram valores inferiores a 30.

E considerando a U, constatou-se que o lote de sementes colhido em 30/abril de 2021 apresentou maior uniformidade na densidade de plântulas com 0,9315 bit, mas não diferiu estatisticamente dos lotes de sementes colhidos em 31/dezembro de 2020 com 1,1557 bit e 15/junho com 1,0224 bit. Sendo assim, esse lote de abril de 2021 seria o lote com o maior potencial fisiológico, ou seja, que apresenta maior germinação e vigor, já que, dentre todos os parâmetros avaliados, foi o que o obteve os melhores valores.

Dessa forma, provavelmente, a qualidade fisiológica das sementes de *M. oleifera* também dependeu da precipitação, já que os melhores resultados estão intimamente ligados aos meses que houve os maiores picos de pulsos de precipitação.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2020), estudando espécies nativas da Caatinga, determinaram que um dos fatores que influencia o processo germinativo das sementes é a água, já que age na reidratação dos tecidos e, no semiárido, a disponibilidade de água é mais importante para o desencadeamento dos processos germinativos, sendo bastante necessário que esse processo ocorra de forma mais acelerada devido a esse estresse hídrico. Com isso, o IVG se torna um importante parâmetro a ser avaliado em espécies implantadas em ambientes como o da Caatinga.

Para Souza *et al.* (2021) essa resposta acelerada pode ser uma estratégia das espécies da Caatinga para se ter maior garantia de sobrevivência e crescimento durante o período chuvoso, isso se deve as primeiras plântulas emergidas terem maior exposição às condições climáticas favoráveis, como é o caso da precipitação.

4.3 Adequação do teste de tetrazólio nas sementes de *M. oleifera*

A seguir, foi apresentada uma classificação de vigor em sementes de *M. oleifera*:

Classes de 1 a 3 identificam sementes viáveis e vigorosas.

Classe 1: viável; mais alto vigor – as sementes são caracterizadas pela coloração rosa, uniforme e superficial, devido à penetração lenta da solução do sal de tetrazólio. Todos os tecidos com aspectos normal e firme.

Classe 2: viável; alto vigor – pequenas estrias de coloração amarela ou vermelho muito intenso localizadas sobre o eixo embrionário. Tais lesões são superficiais e não são observadas nos tecidos internos do eixo embrionário, após seccioná-los, ou seja, sem afetar o cilindro central.

As sementes classificadas nas Classes 1 e 2 não apresentam qualquer tipo de dano nas superfícies internas dos cotilédones, e usualmente têm uma germinação e emergência rápidas e uniformes.

Classe 3: viável; vigor médio – estrias de coloração vermelho muito intenso ou descoloridas, indicando tecidos mortos, localizadas nos cotilédones, na região oposta ao eixo embrionário. A superfície interna dos cotilédones pode apresentar pequenas áreas mais escuras, correspondentes às estrias externas.

Classes 4 e 5: as sementes são viáveis, porém não vigorosas.

Classe 4: viável; vigor baixo – área de coloração vermelho muito intenso em ambos os cotilédones (externa e internamente), cobrindo menos do que a metade dos mesmos. No entanto, próximo ao ponto de ligação, os vasos devem estar funcionais, permitindo o transporte das reservas dos cotilédones para a plúmula e eixo hipocótilo-radícula.

Sementes classificadas nesta classe germinarão e produzirão plântulas normais somente sob condições ideais.

Classe 5: viável; vigor muito baixo – sementes com ambos os cotilédones mostrando um aspecto de mosaico, com áreas de um colorido vermelho muito intenso entremeadas de áreas mais amareladas e até descoloridas. Os tecidos afetados atingem uma profundidade inferior à metade da espessura dos cotilédones, bloqueando totalmente a região vascular.

Classe 6: não viável; sementes exibem lesões semelhantes às da Classe 5, porém, com maior extensão das áreas afetadas, o que as torna inviáveis. Área de tecidos lesionados nos cotilédones alcança mais de 50% dos mesmos.

Classe 7: não viável; tecidos mortos de coloração branco-leitosa numa extensão superior à metade da superfície total da semente.

Classe 8: semente morta; semente totalmente morta, usualmente branca. Os tecidos das sementes são flácidos.

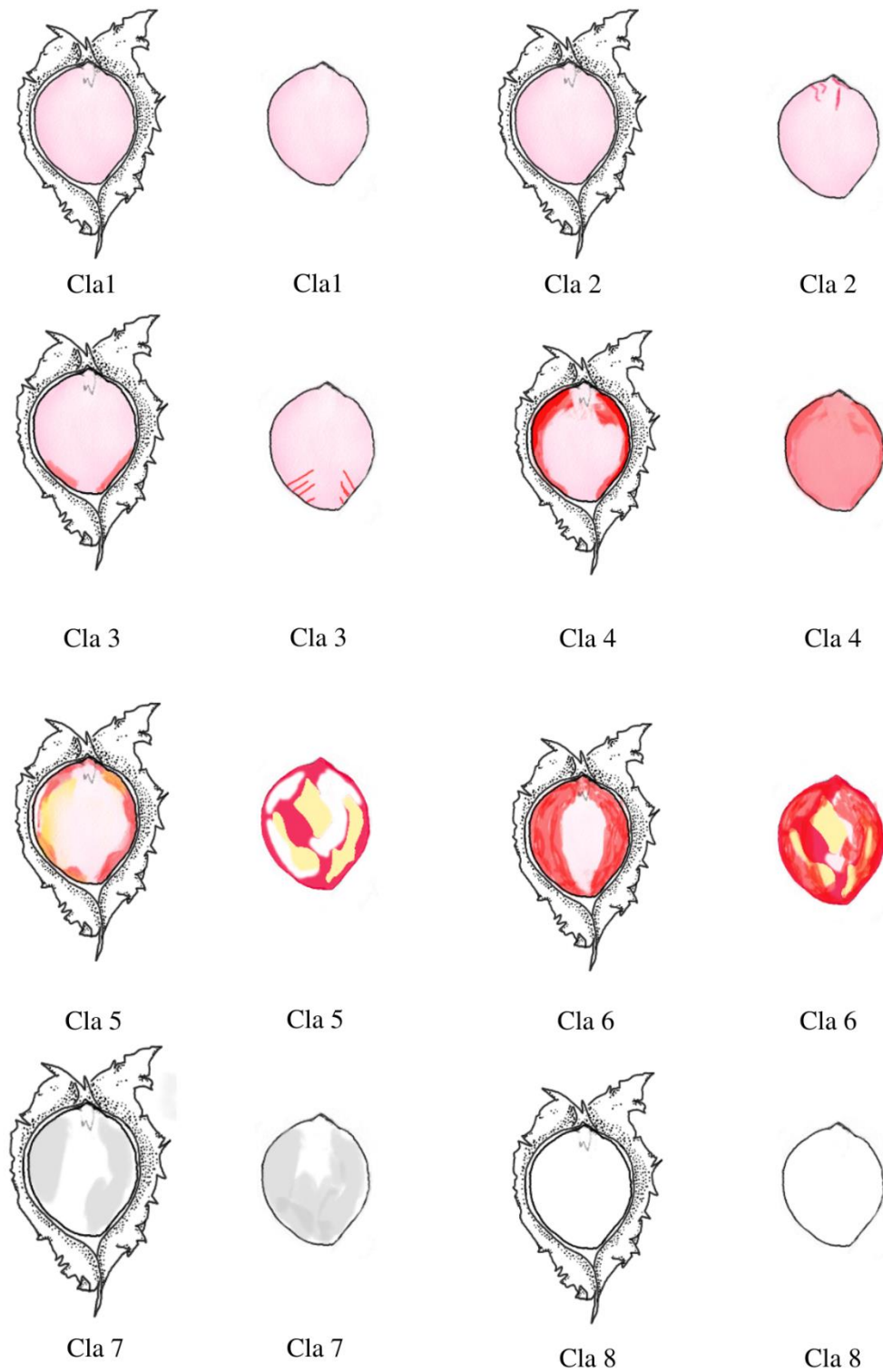


Figura 3. Classes para avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *M. oleifera* pelo teste de tetrazólio.

Segundo estudos de Masetto *et al.* (2009), avaliando os procedimentos para condução dos testes de germinação e de tetrazólio em sementes de *Eugenia pleurantha*, estabeleceram cinco classes de viabilidade, onde foram separadas em duas categorias em sementes viáveis e não viáveis e ressaltaram que, para as diferentes espécies, as quantidades de classes podem variar, já que a definição do número de classes vai depender de alguns fatores como coloração das sementes e características morfológicas da espécie.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados do Teste de Tetrazólio, que agrupou os lotes em quatro níveis de vigor (a, b, c e d), classificando os lotes com alto vigor, acima de 91% e o lote 2 com baixo vigor.

Tabela 3. Resultados do Teste de Tetrazólio obtidos em seis lotes de sementes de *M. oleifera*, colhidas nas safras 2020 e 2021.

Lotes	Tetrazólio (%)			Germinação (%)
	TZv ¹	TZvg ²	TZvvg ³	
Ago	92 bc	79 c	73 d	87 d
Set	91 c	73 d	66 e	90 cd
Dez	94 abc	85 b	80 c	89 cd
Abr	96 a	91 a	87 ab	96 a
Jun	97 a	92 a	89 a	94 ab
Jul	95 ab	89 a	84 b	91 bc
Média	94	85	80	91
CV (%)	7,78	8,05	7,81	8,79

As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

¹Porcentagem de sementes viáveis.

²Porcentagem de sementes vigorosas. Nível de vigor: muito alto: $\geq 90\%$; alto: 85 a 89%; médio: 75 a 84%; baixo: $\leq 74\%$.

³Produto da viabilidade e vigor.

Os lotes n° 4 (abril/2021) e 5 (junho/2021) apresentaram viabilidade de 96 e 97% e vigor muito alto, 91 e 92%, respectivamente, não apresentando problemas sérios relativos a nenhum dos tipos de danos. Os lotes n° 3 (dezembro/2020) e 6 (julho/2021) têm viabilidade de 94 e 95%, respectivamente, sendo o vigor (85 e 89%) classificado como alto. O lote n° 1 (agosto/2020) tem 92% de viabilidade e vigor médio (79%).

Resultados similares aos desse trabalho foram obtidos por Sarmento *et al.* (2013) que, estudando a *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, com a solução de tetrazólio nas concentrações

de 0,5 e 1% e tempos de coloração de 2 e 4 h, e a partir da coloração obtida pelo tingimento dos embriões, foram definidas duas categorias de sementes viáveis e duas categorias de sementes não viáveis, bem como Masullo *et al.* (2017), estudando as espécies *Platymiscium floribundum* Vog., *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. e *Acacia polyphylla* DC., buscando a otimização do teste de tetrazólio, observaram que, avaliando as sementes individualmente, identificaram três classes de vigor (sementes viáveis, pouco viáveis e não viáveis) e determinaram que concentrações de 0,1% ou superiores a esse valor são mais indicadas para essas espécies.

Borella *et al.* (2020), ao estudarem a *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. para determinar sua viabilidade com o teste de tetrazólio, utilizaram duas concentrações de sal de 0,1 e 0,5%, e constataram que a concentração de 0,5% se mostrou mais eficiente que 0,1%, provando que nem sempre as menores concentrações são as melhores. E Teração (2021), estudando espécies nativas como a *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin Barneby, *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton Rose e *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos, buscando analisar a eficiência do teste de tetrazólio, obteve resultados satisfatório quando foram submetidas as concentrações de 0,5% e 1,0%.

Segundo Nogueira, Torres e Freitas (2014), para se ter uma melhor eficácia do teste tetrazólio, deve-se ter conhecimento da metodologia adequada para cada espécie, definindo as condições mais adequadas para as etapas do pré-condicionamento e coloração das sementes. E a uniformidade da coloração é um dos fatores que corrobora para o sucesso do uso do teste.

5 CONCLUSÕES

A intensidade e a duração das fenofases floração e frutificação em *M. oleifera* são sincronizadas com a distribuição temporal dos pulsos de precipitação naquele habitat.

A fenologia reprodutiva de *M. oleifera* depende da extensão e frequência dos pulsos de chuva durante a estação chuvosa.

M. oleifera, na área experimental do CECA, apresenta relações ecológicas relacionadas com este ambiente de sazonalidade acentuada.

Para a realização do Teste de Tetrazólio em sementes é necessário pré-umedecer as sementes entre papel toalha por cinco horas à 25 °C e posterior corte longitudinal das sementes através da metade distal dos cotilédones.

A viabilidade das sementes de *M. oleifera* pode ser avaliada utilizando a concentração de 0,05% de tetrazólio à 30 °C durante três horas de imersão no sal.

REFERÊNCIAS

- ABDULL, A. F. R.; IBRAHIM, M. D.; KNTAYYA, S. B. Health benefits of *Moringa oleifera*. **Asian pacific journal of cancer prevention**, v. 15, n. 20, p. 8571-8576, 2014.
- AGUSTINI, M. A. B.; WENDT, L.; PAULUS, C.; MALAVASI, M. M. Maturidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v. 1, n. 1, p. 11-17, 2015.
- ALMEIDA, A. Q.; MELLO, A.A.; DÓRIA NETO, A. L.; FERRAZ, R.C. Relações empíricas entre características dendrométricas da Caatinga brasileira e dados TM Landsat 5. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.306-315, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014000400009>
- ANDRADE, A. P.; SOUZA, E. S.; SILVA, D. S.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos pulsos de precipitação. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43., 2006, João Pessoa. **Anais... João Pessoa: SBZ; UFPB**, 2006. p. 138-155.
- BASSACO, M. V. M.; NOGUEIRA, A. C. Comportamento fenológico de *Sebastiania brasiliensis* em Floresta Ombrófila Mista Aluvial. **Biotemas**, Florianópolis, v. 32, n. 2, p. 45-53, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n2p45>
- BERNARDI, C. J. **Respostas fisiológicas de *Moringa Oleifera* Lam. e suas interpretações para o cultivo e utilização da espécie no clima tropical continental do estado do Mato Grosso, Brasil**. 2020. 118 f. Tese (Doutor em Biologia) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2020.
- BEYERLEIN, P.; MENDES, Â. M. S.; PEREIRA, H. S. Floral phenology, seed germination and hybrid plants of the Amerindian yam (*Dioscorea trifida*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 49, n. 3, p. 167-172, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201802992>
- BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S.; TEOFILO, E. M. Avaliação da qualidade das sementes de *Moringa oleifera* Lam. durante o armazenamento. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1240-1246, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000600004>
- BORELLA, D. R.; SILVA, A. C.; SOUZA, J. H. G.; MARTIM, C. C.; PIZZATTO, M.; SILVA, K. N. C. Viabilidade de sementes de castanha-do-Brasil pelo teste de tetrazólio. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 336-343, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9333>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- CAETANO, A. K. C. O. S.; SILVA, A. L.; SANTOS, H. C. S.; SILVA, L. S. B.; SANTOS, D. M.; PINTO, A. V. F.; LEITE, M. J. H. *Moringa Oleifera* Lam como forrageira alternativa na alimentação animal. **Pesquisas agrárias e ambientais**, v.7, p. 70-79, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.46420/9786581460044cap7>

CARDIM, A. H. **Caracterização da estação de cultivo em Alagoas: análise temporal e espacial**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Atmosféricas, Maceió, AL, 2003.

D'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000100009>

DUBOC, E.; SILVEIRA, M. C. A.; NASCENTES, T. F. Avaliação da qualidade de sementes de farinha-seca (*Albizia hasslerii*) pelo teste de tetrazólio. **Cadernos de Agroecologia**, Recife, v. 13, n. 2, p. 1-9, 2018.

FAGHERAZZI, M. M. **Respostas morfo-agronômicas do milho à aplicação de trinexapac-ethyl em diferentes estádios fenológicos e doses de nitrogênio**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, SC, 2015.

FELSEMBURGH, C. A.; PELEJA, V. L.; CARMO, J. B. Fenologia de *Aniba parviflora* (Meins.) Mez. em uma região do estado do Pará, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazônia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 3, p. 31-39, 2016.

FERNANDES, J. MORFOLOGIA E USO DA MORINGA NA MEDICINA POPULAR (*Moringa oleifera*, MORINGACEAE): UMA ESPÉCIE PROIBIDA EM PRODUTOS TRADICIONAIS FITOTERÁPICOS. **Enciclopedia biosfera**, v. 20, n. 43, p. 117-128, 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.18677/EnciBio2023A10>

FERRERA, T. S.; PELISSARO, T. M.; EISINGER, S. M.; RIGHI, E. Z.; BURIOL, G. A. Fenologia de espécies nativas arbóreas na região central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 753-766, 2017.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA, L. R.; MANTOVANI, W. FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Euterpe edulis* Mart. NA MATA ATLÂNTICA (RESERVA ECOLÓGICA DO TRABALHU, PINDAMONHANGABA–SP) 1. **Revista Biociências**, v. 6, n. 2, 2013.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 3, p. 359-366, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n3223104>

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

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

- GIBBERT, P. **Qualidade Fisiológica e Armazenamento de Sementes de *Myrcianthes pungens* (Berg) Legr.** 2018. 70 f. Dissertação (Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, PR, 2018.
- GONÇALVES, M. P. M.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, A. P.; SILVA, L. B.; SILVA, K. M.; GRUGIKI, M. A.; SILVA, M. I. A. Influência de diferentes tipos de solos da Caatinga na germinação de espécies nativas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1216-1226, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n1-085>
- GUALBERTO, A. F.; FERRARI, G. M.; ABREU, K. M. P.; PRETO, B. L.; FERRARI, J. L. Características, propriedades e potencialidades da moringa, *Moringa oleifera* Lam.: aspectos agroecológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 4, 2014.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: (Ed.) GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. **INCTSal**. Fortaleza/CE. 2 ed. 2016.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Lima: Secretaria-Geral da OEA, c1983. 173 p. (OEA-Serie de Biologia. Monografia, 24).
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 32, n. 2, p. 375-391, 2009.
- LIMA, C. R.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, A. P.; PACHECO, M. V.; QUIRINO, Z. G. M.; SILVA, K. R. G.; BELARMINO, K. S. Phenology of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz and its relationship with the temporal distribution of rainfall in the Brazilian semi-arid region. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1035-1048, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509833387>
- LIMA, S. C. G.; ARAUJO, E. C.; BRITO, S. F. Ocorrência e caracterização de plantas com propriedades medicinais na caatinga de Arneiroz, Ceará. **Essentia** (Sobral), 21(2), 63-69, ago./dez. 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.36977/ercct.v21i2.365>
- MAGUIRE, J. D. Seed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A. R.; REIS, M. S.; PUCHALSKI, A.; NODARI, R. O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451-458, 2003.
- MASETTO, T. E.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; SILVA, E. A. A.; REZENDE, R. K. S. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelos testes de germinação e tetrazólio. **Agrarian**, Dourados, v.2, n.5, p.33-46. 2009.

- MASULLO, L. S.; PIÑA-RODRIGUES, M. C. F.; FIGLIOLIA, M. B.; AMÉRICO, C. Optimization of tetrazolium tests to assess the quality of *Platymiscium floribundum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* and *Acacia polyphylla* DC. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 189-197, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n2167534>
- MEDEIROS, M. L. S.; DEMARTELAERE, A. C. F.; PEREIRA, M. D.; PÁDUA, G. V. G. Adequação do teste de lixiviação de potássio em sementes de *Moringa oleifera*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 941-949, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509832534>
- MEDEIROS, A. P. R.; ROCHA, T. T.; GERMANO, C. M.; ASSIS, R. M. A., LAMEIRA, O. A. (2016). Fenologia reprodutiva de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae). **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.
- MERCADO, S. A. S.; CALEÑO, J. D. Q.; ROZO, L. Y. M. Improvement of the methodology of the tetrazolium test using different pretreatments in seeds of the genus *Epidendrum* (Orchidaceae). **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 42, e202042013, p. 1-8, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v42231028>
- MORAES, P. H. F.; CAVALCANTE, L. V.; ALBUQUERQUE, A. S.; RODRIGUES, A. M. C.; MELO JUNIOR, J. L. A.; MELO, L. D. F. A. Preparo da semente de colubrina para execução do teste de tetrazólio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V. 14 n. 5, p. 625-628, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.18378/rvads.v14i5.7599>
- MOREIRA, L. C. J.; TEIXEIRA, A. S. T.; GALVÃO, L. S.; LEÃO, R. A. O.; ROCHA NETO, O. C. Identificação de problemas de salinidade do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto. In: (Ed.) GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. **INCTSal**. Fortaleza/CE. 2 ed. 2016.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 149-62, 1990.
- NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 155-166, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042010000100014>
- NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; DE FREITAS, R. M. O. Teste de tetrazólio em sementes de timbaúba. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2967-2975, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p2967>
- NORONHA, B. G.; MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. Incremento de área em sementes de moringa durante a embebição por meio da análise de imagens. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 221-232, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509827289>

NORONHA, B. G.; MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 393-402, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509831615>

NORONHA, B. G. **Qualidade Fisiológica de Sementes de *Moringa oleifera* Lam. por meio da análise de imagens**. 2014. 65f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba, Macaíba, 2014.

NOY-MEIR. Desert ecosystems: environment and producers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 4, p. 25-51, 1973. DOI: <https://dx.doi.org/10.1146/annurec.es.04.110173.000325>

NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; ALMEIDA, H. S.; VELOSO, M. D. M. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão – Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 233-243, 2008. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000200006>

OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; SILVA-MATOS, R. R. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Fenologia da macieira, cv. Condessa no vale de São Francisco. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 23-30, 2013.

OLIVEIRA, N. T.; NASCIMENTO, K. P.; GONÇALVES, B. O.; LIMA, F. C.; COSTA, A. L. M. Tratamento de água com *Moringa oleifera* como coagulante/floculante natural. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 373-382, 2018.

PARAÍSO, H. A.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; GOMES, L. S. P.; NASCIMENTO, W. M. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of chickpea seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 1, p. 7-12, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n1187777>

PARENTE, H. N.; ANDRADE, A. P. D.; SILVA, D. S. D.; SANTOS, E. M.; ARAUJO, K. D.; PARENTE, M. D. O. M. Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de caatinga. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 411-421, 2012.

PEREIRA, K. T. O.; LOPES, E. G.; SANTOS, B. R. V.; AQUINO, G. S. M.; BENEDITO, C. P. Germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 92-99, 2015.

PEREIRA, K. T. O.; PAIVA, E. P.; NETA, M. L. S.; BENEDITO, C. P.; TORRES, S. B. Physiological quality evaluation of *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke seeds by tetrazolium test. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. 1, e20196712, p. 1-9, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20200019>

RAMOS, G. G.; ALVES, J. B.; ARAÚJO, M. F.; FERREIRA, V. S. G.; PINTO, M. G. C.; LEITE, M. J. H.; VASCONCELOS, A. D. M.; RIBEIRO, I. R. Levantamento dos impactos ambientais de um trecho de mata ciliar na região da Caatinga no Sertão Paraibano / Levantamento dos impactos ambientais de um trecho de mata ciliar na região da Caatinga do sertão paraibano. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 52848-52859, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n7-798>

RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; ARAÚJO, H. S. D.; NARITA, N. Crescimento, fenologia e produtividade de cultivares de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 552-558, 2011.

SANTOS, C. C. O.; SILVA, K. A. C.; SILVA, A. M. M.; MELO, L. D. F. A.; Araújo Neto, J. C.; Ferreira, V. M.; MELO Junior, J. L. D. A. Fenologia e germinação de sementes de sobraji. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 9443, 2020.

SANTOS, F. S.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Tetrazolium test for *Pinus taeda*: preparation, staining, and seed viability classes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, e01088, p. 1-5, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.01088>

SANTOS, M. R. **Adequação do teste de tetrazólio e fenotipagem computacional da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith (Fabaceae)**. 2019. 65f. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, 2019.

SARMENTO, M. B.; SILVA, A. C. S. D.; VILLELA, F. A.; SANTOS, K. L. D.; MATTOS, L. C. P. D. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg Burret). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 270-276, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000100031>

SILVA, E. E. M. **Integrando fenologia da frutificação e consumo de frutos por vertebrados silvestres em uma área protegida de floresta tropical sazonalmente seca**. 2019. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

SILVA, P. O.; ALMEIDA, S. E. S.; OLIVEIRA, T. C. S.; MENINO, G. C. O.; ALVES, R. D. F. B. Influência climática e sazonalidade da fenologia reprodutiva de *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae) em cerradão. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 74: e2019013, p. 1-7, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.21826/2446-82312019v74e2019013>

SILVA, N.; LUCENA, R. F. P.; LIMA, J. R. F.; LIMA, G. D. S.; CARVALHO, T. K. N.; SOUSA JÚNIOR, S. P.; ALVES, C. A. B. Conhecimento e Uso da Vegetação Nativa da Caatinga em uma Comunidade Rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 34, p. 5-37, 2014.

SOUSA, D. M. M.; BRUNO, R. D. L. A.; SILVA, K. D. R. G.; TORRES, S. B.; ANDRADE, A. P. Viabilidade e vigor de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz pelo teste de tetrazólio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 381-388, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170044>

SOUZA, D. N. N.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M.; ROCHA, L. N. G.; SILVA, N. F. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n2p31>

SOUZA, M.; RIBEIRO, A. A. QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO EM REGIÕES ÁRIDAS E SEMIÁRIDAS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, 13 (4), 355–359, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.18011/bioeng2019v13n4p355-359>

SOUZA, M. P.; ALVES, A. R.; BAKKE, I. A.; LOPES, J. A.; SANTOS, W. S.; FERNANDO, E. M. P. Banco de sementes do solo de Caatinga submetida a plano de manejo florestal sustentável em Cuité-PB. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 49, n. 130, p. e3494, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.18671/scifor.v49n130.09>

SOUZA, R. M. FITOINDICAÇÃO E MUDANÇAS AMBIENTAIS. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 7, p. 78-88, 2012.

TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. M. C. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000400009>

TERAÇÃO, B. S. **Padronização para avaliação rápida da qualidade de sementes florestais pelo teste de tetrazólio**. 2021. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Sorocaba, 2021.

TREVISOL, W. **Morfologia e fenologia do porongo: produtividade e qualidade da cuia**. 2013. 63f. Tese (Doutor em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

VEIT, P. A.; SCHWARZ, S. F.; GUERRA, D. Monitoring the phenology of *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand in the state of Rio Grande do Sul – Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 3: (e-164), p. 1-4, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019164>

XAVIER, G. L.; GUEDES, A. L. M.; PEREIRA, M. D. Análise das características morfométricas de sementes de *Moringa Oleífera* Lam. In: **VIII Simpósio de Pós-Graduação em Ciências Florestais**. 2014.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 662 p.