



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA: PRODUÇÃO VEGETAL



TÂMARA INGRYD BARBOSA DUARTE DE SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS, SEMENTES
E PLÂNTULAS E, GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Euphorbia*
hyssopifolia Lam.**

Rio Largo – AL
2023

TÂMARA INGRYD BARBOSA DUARTE DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS, SEMENTES
E PLÂNTULAS E, GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Euphorbia*
hyssopifolia Lam.**

Dissertação apresentada à
coordenação do programa de pós-
graduação em agronomia:
Produção Vegetal – CECA/UFAL,
como requisito para obtenção do
título de Mestre em produção
vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Vilma Marques Ferreira

Coorientador: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto

Rio Largo – AL
2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

S729c Souza, Tâmara Ingrid Barbosa Duarte de.
 Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas e,
 germinação de sementes de *Euphorbia hyssopifolia* Lam. / Tâmara
 Ingrid Barbosa Duarte de Souza. – 2023.

 70f.: il.

 Orientador(a): Vilma Marques Ferreira.
 Coorientador: João Correia de Araújo Neto

 Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-
 Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias,
 Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

 Inclui bibliografia

 1. Germinação de sementes. 2. Leiteira. 3. Ecofisiologia da germinação.
 Título.

CDU: 631.531:581.5

TERMO DE APROVAÇÃO

TÂMARA INGRYD BARBOSA DUARTE DE SOUZA (MATRÍCULA 2021102365)

“Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas e, germinação de sementes de *Euphorbia hyssopifolia* Lam”.

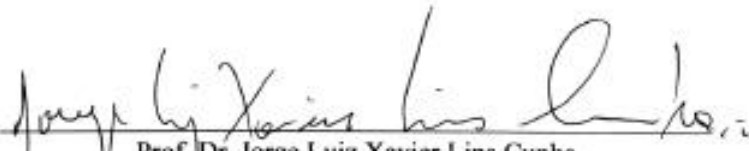
Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em 23 de março de 2023, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA – Produção vegetal), na unidade acadêmica do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL).

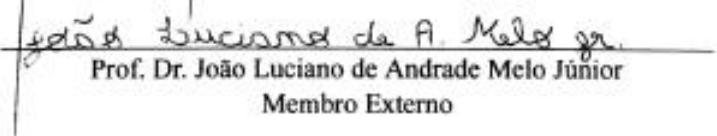


Documento assinado digitalmente
VILMA MARQUES FERREIRA
Data: 05/04/2023 12:20:43-0300
Verifique em <https://validar20.gov.br>

Profª. Dra. Vilma Marques Ferreira
Presidente

Banca examinadora:


Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha
Membro Interno – UFAL


Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Júnior
Membro Externo

Rio Largo – AL
2023

À Deus.

Ao meu tio, Alexandre Guimarães Duarte (IN MEMORIAN).

Ao meu avô, Adonias Guimarães Duarte (IN MEMORIAN).

Ao meu primo, Pedro Lucas Nunes Barbosa (IN MEMORIAN).

A minha Família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Deus, por estar comigo todos os dias me dando força, sabedoria, fé, para reerguer-me nos momentos difíceis.

Minha amada mãe, Zulene Barbosa Duarte, por todo esforço, dedicação, amor e educação que me fizeram chegar até aqui.

Ao meu amado esposo, Rafael de Souza Silva, por todo apoio, suporte e paciência.

À minha amada irmã, Laura Caroline Barbosa Duarte, pelo incentivo e apoio de sempre.

Aos meus familiares, em especial, as minhas avós, Edileuza Faustino Duarte e Maria da Conceição Barbosa Teixeira, a força de vocês tem ajudado minha caminhada. A minha tia, Adriana Guimarães Duarte.

Aos meus amigos, em especial, Louise Emanuelle, Mainah Almeida e Tamyres Lima.

Aos companheiros de jornada, Sávio Tavares, Gilberlândia Ferro, Ana Rosa, Leandro Casado, Nathanyel, Rilbson Henrique, Hipolyana, Aleska Batista, Gessyca Thais e em especial, meus parceiros, Patricia Santos, Dalmo Freitas.

Aos meus orientadores, a professora Vilma Marques Ferreira e ao professor João Correia de Araújo Neto, por todos os ensinamentos e confiança.

Aos companheiros do laboratório de Propagação de Plantas, Cristian Bernardo, Wanda Wenceslau, Antônio Soares, Wenderson Aguiar, Sabrina Rocha, Julia, Cinthia Dantas, Aristeia, Leticia Bárbara e ao técnico Alex, por cada momento compartilhado e toda ajuda que me foi dada.

Ao Programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar (PMGCA), na pessoa da Edileuza e toda equipe (Edmilson, Carlos, Zé Ramos), serei eternamente grata por toda ajudada que me foi concedida, para a realização do primeiro experimento.

Ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias e ao Programa de Pós-graduação em agronomia (produção vegetal) pela oportunidade que me foi concedida.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para que essa jornada tornasse mais leve.

MUITO OBRIGADA!

“As estrelas podem ser vistas do fundo de um poço escuro, quando não podem ser discernidas do topo de um monte. Assim também, muitas coisas são aprendidas na adversidade, com as quais o homem próspero nem sonha”.

(C. H. Spurgeon)

RESUMO

Euphorbia hyssopifolia Lam., é uma espécie temida, ocorrente em lavouras anuais, podendo ocasionar perdas de mais de 80% na produtividade, ocupando os mais variados tipos de vegetação e habitats. O presente trabalho teve como objetivo, a caracterização física e morfológica de frutos e sementes de *Euphorbia hyssopifolia*, registrar as diferentes etapas do desenvolvimento pós-seminal, bem como estudar o potencial fisiológico de sementes em função da temperatura, luz, quantidade de água e tempo de enterrio no solo. Para a caracterização física, oito repetições de cem sementes e frutos foram pesadas e determinadas o peso de mil sementes, número de sementes por quilograma, sendo calculada as medidas de tendência central para cada variável. Na caracterização morfológica, verificou-se o tipo, o tamanho e a localização do eixo embrionário, bem como a localização da micrópila, funículo e material de reserva. No desenvolvimento pós-seminal, o processo germinativo foi registrado durante vinte dias e pesadas diariamente para o registro da absorção de água. Após o período do processo germinativo, as plântulas foram cortadas na região de transição denominada de colo, para a realização do estudo da capacidade de rebrota. Além destes, estudou-se o comportamento germinativo das sementes (maduras e imaturas) em função das temperaturas constantes de 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e alternada 20-30°C na ausência e presença de luz, adotando o esquema fatorial 5 x 2 (temperatura x regime de luz), sendo analisadas as variáveis: Porcentagem, velocidade, tempo médio, frequência de relativa da germinação das sementes e comprimento de plântulas; do volume de água (1,5; 2,0; 2,5; 3,0) em esquema fatorial 2 x 4 (condição de maturação x volume de água); tempo de enterrio das sementes no solo, longevidade em submersão em água e altas temperaturas (80°C, 100°C, 120°C e 140°C) no potencial fisiológico das mesmas, nos intervalos de tempo de um e cinco minutos, sendo analisadas: Porcentagem, velocidade, tempo médio. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o peso de mil sementes foi em média de 4,04mg, correspondendo a aproximadamente 250.000.000 sementes/kg. As dimensões dos frutos e sementes apresentaram pouca variação entre si, com umidade de 10%. A semente é testal e o embrião é de subdivisão foliolada do tipo espatulado. A germinação é epígea e a sua plântula é do tipo fanerocotiledonar. As plântulas não apresentaram capacidade de rebrota após serem cortadas na região do colo. A maior porcentagem e velocidade de germinação foi obtida na temperatura alternada de 20-30°C, na presença de luz. Sua viabilidade é perdida rapidamente após enterrio em solo, submersão em água e quando expostas a altas temperaturas. Essas condições ambientais afetam drasticamente a sua capacidade germinativa e são relevantes para o manejo da espécie em áreas agrícolas. Tais resultados obtidos neste presente estudo, são propostas para inclusão nas Regras para análise de sementes (RAS).

Palavras-chaves: Germinação de sementes. Leiteira. Ecofisiologia da germinação.

ABSTRACT

Euphorbia hyssopifolia Lam., is a feared species, occurring in annual crops, which can cause losses of more than 80% in productivity, occupying the most varied types of vegetation and habitats. The objective of this work was the physical and morphological characterization of *Euphorbia hyssopifolia* fruits and seeds, recording the different stages of post-seminal development, as well as studying the physiological potential of seeds as a function of temperature, light, amount of water and time. burial in the ground. For the physical characterization, eight repetitions of one hundred seeds and fruits were weighed and the weight of one thousand seeds determined, number of seeds per kilogram, and measures of central tendency were calculated for each variable. In the morphological characterization, the type, size and location of the embryonic axis were verified, as well as the location of the micropyle, funiculus and reserve material. In post-seminal development, the germination process was recorded for twenty days and weighed daily to record water absorption. After the period of the germination process, the seedlings were cut in the transition region called the collar, in order to carry out the study of the regrowth capacity. In addition to these, the germination behavior of seeds (mature and immature) was studied as a function of constant temperatures of 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and alternating 20-30°C in the absence and presence of light, adopting the factorial scheme 5 x 2 (temperature x light regime), analyzing the variables: Percentage, speed, average time. relative frequency of seed germination and seedling length; of water volume (1.5; 2.0; 2.5; 3.0) in a 2 x 4 factorial scheme (maturation condition x water volume), seed burial time in the soil, longevity in water submersion and high temperatures (80°C, 100°C, 120°C and 140°C) in the physiological potential of the same, in the time intervals of one and five minutes, being analyzed: Percentage, speed, average time. The experimental design was completely randomized, with four replications of 25 seeds for each treatment. According to the results obtained, it was verified that the weight of a thousand seeds was on average 4.04mg, corresponding to approximately 250.000.000 seeds/kg. The dimensions of the fruits and seeds showed little variation between them, with a humidity of 10%. The seed is testal and the embryo is of spatulate leaf-like subdivision. The germination is epigeal and its seedling is of the phanerocotyledonary type. Seedlings did not show regrowth capacity after being cut in the collar region. The highest percentage and speed of germination was obtained at the alternating temperature of 20-30°C, in the presence of light. Its viability is rapidly lost after burial in soil, submersion in water and when exposed to high temperatures. These environmental conditions drastically affect its germination capacity and are relevant for the management of the species in agricultural areas. Such results obtained in this present study are proposed for inclusion in the Rules for Seed Analysis (RAS).

Keywords: Seed germination. Ecophysiology of germination.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume de água (ml) utilizado para germinação de sementes de <i>E. hyssopifolia</i> de acordo com o peso do substrato. Rio Largo, 2022.....	28
Tabela 2 - Estatística descritiva para a massa de mil sementes e frutos (mg) (100 por repetição) de <i>E. hyssopifolia</i> . Rio Largo, 2022.....	32
Tabela 3 - Resumo da ANOVA para porcentagem de germinação de sementes maduras de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.....	38
Tabela 4 - Resumo da ANOVA para porcentagem de germinação de sementes imaturas de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.....	39
Tabela 5 - Médias da porcentagem de germinação de sementes maduras e imaturas de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022...40	
Tabela 6 - Resumo da ANOVA para tempo médio de germinação de sementes maduras de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.....	41
Tabela 7 - Resumo da ANOVA para tempo médio de germinação de sementes imaturas de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.....	42
Tabela 8 - Tempo médio de germinação de sementes maduras e imaturas de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e qualidades de luz. Rio Largo, 2022.....	43
Tabela 9 - Resumo da ANOVA para índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes maduras de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.....	44
Tabela 10 - Resumo da ANOVA para índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes imaturas de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.....	44
Tabela 11 - Índice de velocidade de germinação de sementes maduras de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas e qualidades de luz. Rio Largo, 2022.....	45
Tabela 12 - Resumo da ANOVA para comprimento de plântulas obtidas de sementes maduras de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas em regime de luz branca. Rio Largo, 2022.....	49
Tabela 13 - Resumo da ANOVA para comprimento de plântulas obtidas de sementes imaturas de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob diferentes temperaturas em regime de luz branca. Rio Largo, 2022.....	49
Tabela 14 - Médias do comprimento das plântulas. (A) comprimento raiz; (B) comprimento parte aérea; (C) Comprimento total das plântulas. Rio Largo, 2022.....	50

Tabela 15 - Análise de variância da germinação das sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob o efeito de diferentes volumes de água (ml) em função do peso do substrato. Rio Largo, 2022.....	51
Tabela 16 – Porcentagem (%G), tempo médio (TMG) e índice de velocidade da germinação (IVG), das sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> em função da condição de maturação e de diferentes volumes de água (mL x peso do papel) no substrato. Rio Largo, 2022.....	51
Tabela 17 - Teor de umidade (U%), comprimento total de plântulas (CTP), massa secas das plântulas (MSP) em função das sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> . Rio Largo, 2023.....	55
Tabela 18 - Análise de variância da germinação das sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob efeito de submersão em água. Rio Largo, 2023.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos externos de sementes maduras e imaturas de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> Lam após a colheita e a extração. Rio Largo, 2022.	25
Figura 2. Amostras contendo frutos e sementes para a caracterização do peso de mil sementes. Rio Largo, 2022.....	25
Figura 3. Amostras de sementes <i>Euphorbia hyssopifolia</i> em recipientes de vidro para a realização do experimento da sua longevidade em condições de submersão em água. Rio Largo, 2022.....	29
Figura 4. Caracterização morfológica das sementes maduras de <i>E. hyssopifolia</i> , A – B: aspectos externos. C: aspectos internos. fh- fenda hilar; rf- rafe; ph- ponta hilar; tg- tegumento; hp-r – hipocótilo-radícula; co- cotilédone; ts- testa; pl – plúmula.....	33
Figura 5. Caracterização morfológica das sementes imaturas de <i>E. hyssopifolia</i> , A: aspectos internos. hp-r – hipocótilo-radícula; co- cotilédone; ts- testa.....	34
Figura 6. Curva de embebição/absorção de água de sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i>	35
Figura 7. Germinação de <i>E. hyssopifolia</i> até os seis dias. A (dia 1) Protusão da raiz primária; B (dia 2) Aparecimento do hipocótilo; C (dia 6) Alongamento da raiz primária. rp- raiz primária; tg- tegumento; hp- hipocótilo; co- cotilédone; cf- coifa....	36
Figura 8. Germinação de <i>E. hyssopifolia</i> até os vinte dias. D (dia 8); E (dia 9); F (dia 13); G (dia 20). pf- primórdio foliar; hp- hipocótilo; tg- tegumento; cf- coifa; cl- colo; rp- raiz primária; rs- raiz secundária.....	37
Figura 9. Frequências relativas (Fr) da germinação de sementes maduras (A, B, C e D) e imaturas (E, F, G, H) de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> , em função do tempo de incubação isotérmica e em diferentes temperaturas constantes e a alternada. Rio Largo, 2022.....	48
Figura 10. Regressão da germinação da germinação das sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> em função da condição de maturação e de diferentes volumes de água (mL x peso do papel) no substrato. Rio Largo, 2022.....	52
Figura 11. Porcentagem de germinação de sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> sob efeito do enterrio em solo. Rio Largo, 2023.....	54
Figura 12. Efeito de submersão em água em sementes de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> , avaliadas a cada dez dias. Rio Largo, 2023.....	58
Figura 13. Efeito da exposição de 1 minuto em diferentes temperaturas na germinação de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> . Rio Largo, 2023.....	59
Figura 14. Efeito da exposição de 5 minutos em diferentes temperaturas na germinação de <i>Euphorbia hyssopifolia</i> . Rio Largo, 2023.....	59

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1.	Informações sobre a espécie	17
2.1.1.	Família Euphorbiaceae - Aspectos gerais, taxonômicos.	17
2.2	Gênero Euphorbia	17
2.3	Euphorbia hyssopifolia Lam. Sin: Chamaesyce hyssopifolia.....	18
3.3.1	Aspectos Taxonômicos e Origem	18
3.3.2	Meio de propagação	19
3.3.3	Morfologia dos frutos, sementes e plântulas	19
2.4	Fatores que influenciam na regulamentação da germinação.	20
2.4.1	Água	20
2.4.2	Temperatura	21
2.4.3	Luz.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Local, obtenção das sementes, limpeza, separação e assepsia.	24
3.2	Caracterização biométrica de frutos e sementes	25
3.3	Características morfológicas das sementes	26
3.4	Desenvolvimento pós-seminal	26
3.5	Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes.....	27
3.6	Germinação em função do volume de água	27
3.7	Longevidade das sementes no solo	28
3.8	Influência da submersão em água na viabilidade das sementes.....	28
3.9	Longevidade das sementes a altas temperaturas	29
3.10	Variáveis analisadas	29
3.11	Análise estatística.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	Caracterização biométrica das sementes e frutos.	32
4.2	Características morfológicas das sementes.	33
4.3	Desenvolvimento pós-seminal.	34
4.4	Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes.....	38
4.5	Germinação em função do volume de água:	50
4.6	Longevidade das sementes no solo.	53
4.7	Longevidade da semente em água.....	55

4.8 Longevidade da semente em altas temperaturas.	58
5. CONCLUSÕES.....	61
6. REFERÊNCIAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

Euphorbia hyssopifolia Lam., é uma planta daninha herbácea anual, hermafrodita, dotadas de frutos trilocular que se reproduz exclusivamente por meio de sementes, em torno de 2 milhões por quilograma, desenvolve-se em todo país e é causadora de danos diretos e indiretos em cultivos agrícolas (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). Sendo encontradas em ampla escala mundial, ocupando os mais variados tipos de vegetação e habitats (SOUZA, *et al.*, 2008).

Essa espécie, pertencente ao gênero *Euphorbia* L., é considerada daninha por ter efeito negativo na produção agrícola, podendo causar mais de 80% de perda na produtividade das lavouras devido à atividade alelopática e competitiva (TANVEER *et al.*, 2013). De acordo com Ferreira *et al.* (2017), em canaviais esse gênero afeta cerca de 85% da produtividade, dependendo da densidade de infestação e do tipo de interferência. Na literatura científica, verificou-se poucos trabalhos acerca da biologia desta espécie, tornando-se essencial estudos nestes aspectos para conhecimento das formas de dispersão e adaptação, para obter melhores formas de controle, minimizando assim, os impactos negativos causados em campo.

A competição entre plantas daninhas e culturas de interesse agrícola por fatores abióticos (água ou luz) pode afetar os parâmetros fisiológicos da cultura principal (PÊSSOA *et al.*, 2017), e altera a estrutura do ecossistema em que estão inseridas (MINCHINTON *et al.*, 2006). Essa competição por recursos varia de acordo com as espécies presentes, da época de emergência das plantas daninhas e nível populacional (RIGOLI *et al.*, 2008; VALADATILDE *et al.*, 2013; VIDAL *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2007). Assim sendo, torna-se necessário o conhecimento detalhado sobre a biologia da espécie estudada.

Com relação as plantas daninhas, o teste de germinação em suas sementes é crucial para fornecer informações sobre a biologia, função ecológica, capacidade de adaptação e potencial de infestação das espécies, com a finalidade de obter estratégias de controle mais assertivas (BASTIANI *et al.*, 2015). A temperatura tem grande influência na germinação, por agir sobre a velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas que determinam todo o processo (OLIVEIRA, 2012). As variações de temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação (SANTOS *et al.*, 2007). A exemplo do estudo realizado por Freitas *et al.* (2021), os quais estudando o efeito da luz

e da temperatura na germinação de *Chamaesyce hirta*, bem como o efeito da profundidade do solo, relataram que a temperatura mais alta, dentro dos limites estudados, intensificaram o fluxo de germinação e, na presença de luz, também colaboram para aumentar a velocidade de germinação da espécie estudada.

A luz também desempenha importante papel na germinação e a junção do sinal luminoso com as vias regulatórias de germinação é mediada por diferentes fotorreceptores vegetais que exerce funções específicas ou cooperadas na percepção e transdução do sinal luminoso, resultando desta forma na promoção ou inibição do processo germinativo (STAWSKA, ORACZ, 2019). As plantas podem ser classificadas como fotoblásticas positivas (necessita de luz para germinar), fotoblásticas negativas (necessita da ausência de luz para germinar) ou fotoblásticas neutras (sem interferência da luz no processo germinativo) (GALINDO *et al.*, 2012; MARCOS FILHO, 2015).

Para compreender parte do ciclo vegetativo da *Euphorbia hyssopifolia*, estudos envolvendo a germinação de sementes podem auxiliar no entendimento do processo de dispersão e vigor, que caracterizam a qualidade fisiológica, o armazenamento, a viabilidade e os métodos de propagação da espécie. Considerando a necessidade de maiores informações sobre a espécie, objetivou-se a neste trabalho a caracterização física e morfológica de frutos e sementes de *Euphorbia hyssopifolia*, registrar as diferentes etapas do desenvolvimento pós-seminal, bem como estudar o potencial fisiológico de sementes em função da temperatura, luz, volume de água e tempo de enterro no solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Informações sobre a espécie

2.1.1. Família Euphorbiaceae - Aspectos gerais, taxonômicos.

Euphorbiaceae Juss., descrita por Antoine Laurent de Jussieu, é composta por aproximadamente 334 gêneros, 8.000 espécies estando entre uma das maiores, mais complexas e diversificadas das Angiospermas, sendo encontradas em ampla escala mundial, ocupando os mais variados tipos de vegetação e habitats, especialmente nos trópicos e subtropicais da América e África (SOUZA, *et al.*, 2008).

Para a flora brasileira é uma das mais ricas, e diversificadas, com 63 gêneros e 921 espécies, destacando-se: *Euphorbia*, *Ricinus*, *Chamaesyce*, *Croton* e *Phyllanthus*, em todos os tipos vegetacionais nativos ou aclimatados (CORDEIRO *et al.*, 2015). A sua complexidade se impõe pelo fato de existir poucas informações em vários aspectos, tais como a composição e morfologia dos táxons e ainda no que se refere a sua distribuição geográfica, filogenia e conhecimentos moleculares (JUDD *et al.*, 2009).

No tocante taxonômico, as Euphorbiaceae são geralmente latescentes, dioicas ou monoicas, pistiladas com características pelo gineceu sincárpico, ovário súpero e tricarpetal em sua maioria. Geralmente o fruto é do tipo capsular, com forma oblonga, tricoca, dotadas de sementes com carúnculas (SOUZA; LORENZI, 2012).

2.2 Gênero *Euphorbia*

Euphorbia L. é o maior gênero de Euphorbiaceae representado com cerca de 2.000 espécies e uma grande variedade de indivíduos quanto ao porte (erva, arbusto e árvore) e ao mecanismo fotossintético (C3, C4 e CAM) (THAKUR; PALIT, 2011). Inclui plantas facilmente reconhecidas pelo látex leitoso e abundante, com flores nuas dispostas em um calátide denominado ciátio.

No Brasil, a *Euphorbia* é constituída de 64 espécies, das quais 31 são endêmicas. Porém, este número se mostra subestimado, haja vista o gênero ser taxonomicamente pouco estudado neste país e se considerando ainda que tem distintas e peculiares fitofisionomias e dimensão continental. Dentre esta variação de espécies encontram-se em destaque a *Euphorbia heterophylla* (amendoim-bravo) que apresenta biótipos resistentes ao herbicida glifosato (ADEGAS *et al.*, 2020); *Euphorbia hirta* (erva-de-sangue) suscetível ao herbicida atrazina (FERNANDES, 2018); *Euphorbia hyssopifolia*

Lam. (burra-leiteira; erva andorinha) está dentre as espécies predominantes no banco de sementes do sistema de cana crua na região de Ribeirão Preto – SP (KUVA *et al.*, 2008).

São exploradas pela indústria farmacêutica por apresentarem látex com atividades medicinais fitoterápicas descritos como agentes anti-inflamatórios, antivirais, antimicrobianos e antitumorais, bem como compostos imunomoduladores (HIROYUKI, *et al.*, 2005). Já na agricultura, são consideradas daninhas por terem efeitos negativos na produção, podendo causar mais de 80% de perda na produtividade das lavouras devido à atividade alelopática e competitiva (TANVEER *et al.*, 2013). De acordo com Ferreira *et al.* (2017), em canaviais esse gênero afeta cerca de 85% da produtividade, dependendo da densidade de infestação e do tipo de interferência.

2.3 *Euphorbia hyssopifolia* Lam. Sin: *Chamaesyce hyssopifolia*

3.3.1 Aspectos Taxonômicos e Origem

Conhecida popularmente pelos nomes de erva-andorinha, burra-leiteira, erva-de-santa-luzia, dentre outros, a *Euphorbia hyssopifolia* é uma planta anual, herbácea, leitosa, ramificada, em geral glabra, com 30-80 cm de altura (BRIGHENTI, 2010).

O seu caule é cilíndrico, com espessura fina de até 5 mm na parte inferior; geralmente de cor marrom avermelhado, ereto e ramificado de forma dicotômica. Partindo-se os ramos, escorre um látex branco, que é cáustico (KISSMANN & GROTH, 1999) e sua raiz principal é pivotante. As folhas são simples, opostas e em pares (LORENZI, 2000). Infesta-se em lavouras anuais e perenes, pastagens, jardins, fendas de calçadas e terrenos baldios. Uma planta bastante variável quanto aos caracteres vegetativos e, nas características florais (BRIGHENTI, 2010).

A *Euphorbia hyssopifolia* é uma espécie nativa do Brasil, com ampla distribuição geográfica, sendo encontrada ao longo das regiões tropicais e subtropicais da América. No Brasil, a espécie é amplamente distribuída e pode ser encontrada na maior parte dos estados e no Distrito Federal, exceto em Paraíba, Paraná e Roraima (SILVA, 2014). Sua importância na agricultura vem aumentando nos últimos anos, devido a sua capacidade de infestação consequentemente, interferindo na produção das grandes culturas devido a competitividade.

É dotada de excelentes mecanismos de propagação, como produção abundante de sementes viáveis com alta capacidade de serem dispersas (devida a seu pequeno

tamanho). Dentre outras características importantes desta espécie, destaca-se o seu rápido crescimento.

3.3.2 Meio de propagação

Espécies de *E. hyssopifolia*, propaga-se apenas por sementes e seu mecanismo de dispersão pode lançar as sementes alcançando distância de 2 a 5 metros da planta mãe. Ao serem liberadas ao meio, forma-se um banco de sementes constituindo-se em verdadeiro reservatório de suprimento constante de novos indivíduos ao longo do tempo. Com isso, existe uma grande ocorrência de flutuações na germinação dessa população que para serem reguladas necessitam de um conjunto de fatores que em maior ou menor escala influenciam a taxa de emergência e, conseqüentemente, a dinâmica populacional (LORENZI, 2000).

3.3.3 Morfologia dos frutos, sementes e plântulas

Segundo Cosmo *et al.* (2017), é essencial conhecer a estrutura das sementes e plântulas, pois, a partir deste pode-se obter dados importantes para o manejo além de ampliar os conhecimentos sobre determinadas espécies e o comportamento em seu habitat natural.

Os aspectos da morfologia de sementes, em *Euphorbia hyssopifolia*, são escassos na literatura. Estudar as características morfológicas das sementes nos permite conhecer sua identificação botânica (REGO *et al.*, 2007) e obter essas informações, auxiliam na interpretação e padronização de testes de germinação, a exemplo de um estudo realizado por Araújo Neto *et al.* (2014), com frutos de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) SW, que por possuir aberturas nas suturas ventral e dorsal, ocasionam separação das valvas, que por consequência de uma torção nas mesmas em mais de uma volta, facilitam, segundo os autores, na dispersão das sementes, fazendo com que elas sejam lançadas a certa distância da planta mãe.

Caracterizar mecanismo de dispersão, ajuda a identificar as estruturas morfológicas, assim como na identificação das espécies. Estudos morfológicos podem ser encontrados em outros trabalhos a exemplo de *Physalis angulata* L. (SOUZA *et al.*, 2010), *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (AÑEZ *et al.*, 2005), *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth. (SILVA *et al.*, 2014), *Copaifera langsdorfii* Desf. (DE CARVALHO *et al.*, 2006).

A morfologia interna e externa das sementes, nos permite identificar as estruturas, a obter correta interpretação de testes de germinação, assim como permite e adequação e identificação de testes de qualidade fisiológica, que são baseados na caracterização das estruturas essenciais, como raízes primárias e secundárias, epicótilo e hipocótilo, cotilédones, folhas primárias em plântulas e seus estádios (BASKIN; BASKIN, 2014, ABREU *et al.* 2012; BRASIL, 2009).

2.4 Fatores que influenciam na regulamentação da germinação.

A germinação constitui a fase do ciclo de vida que influencia diretamente a distribuição das plantas no ambiente (PAULINO *et al.*, 2015). Dar-se início com o processo de embebição que é o mecanismo de absorção de água. De acordo com Bewley e Black (1994), esse processo é um tipo de difusão e segue um padrão trifásico, sendo o primeiro (fase I) um processo físico, o qual é caracterizado pela transferência de água do substrato para a semente devido às diferenças de potencial hídrico entre a semente e o meio. O segundo (fase II) relacionado à preparação e ativação do metabolismo das sementes com aumento da difusão de solutos para regiões de marcante metabolismo e o terceiro (fase III) caracterizado pela retomada do crescimento do eixo embrionário. Durante o processo de germinação ocorre a reidratação dos tecidos e, a intensificação da respiração e das atividades metabólicas, resultando no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Dentre os fatores ambientais, além da água, a luz e a temperatura também apresentam papel fundamental na germinação. Portanto, é necessário conhecer a influência destes fatores, para que a germinação não seja afetada. Visto que, cada fator possui efeitos variáveis. Desta forma, o seguimento ao ciclo de vida das plantas será bem sucedido se as condições mínimas forem fornecidas adequadamente (SOUZA *et al.*, 2007).

2.4.1 Água

É o fator que exerce determinante influência no processo de germinação de sementes, constituindo o principal componente dos tecidos vivos e o requisito essencial para existência da vida representando pelo menos 70% do peso do protoplasma das células metabolicamente ativas e a sua deficiência pode induzir a dormência em algumas

cultivares. Atuam na organização da estrutura celular como na cadeia de processos bioquímicos anabólicos e catabólicos (MARCOS FILHO, 2015).

Ao absorver água, os cotilédones da semente aumentam de volume o que provoca o rompimento do tegumento, facilitando a penetração do oxigênio e permitindo emergência do eixo hipocótilo-radicular e com demais estruturas internas da semente (BORGES *et al.*, 2009). Em contrapartida, o excesso de umidade, em geral, provoca decréscimo na germinação, devido ao impedimento da entrada do oxigênio reduzindo todo o processo metabólico. Dessa forma, determinar a quantidade necessária de água para a germinação deve ser considerada, pois pode garantir a normalidade dos processos metabólicos.

Ao determinarmos o volume de água ideal para o umedecimento do substrato utilizado no teste de germinação, estamos contribuindo para a padronização, deste teste em sementes de *E. hyssopifolia*. Leão *et al.* (2019), estudaram a influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de pau-preto (*Cenostigma tocanthum*). Os autores, relataram que a condição ideal para obter um maior número de plântulas normais é o uso de volume de água igual a 2,5 vezes o peso de papel com a presença de saco plástico.

Para que obtenha formação de plântulas normais, faz-se necessário que a semente consiga obter a hidratação necessária. Marcos Filho (2015), relata que para garantir o início, a continuidade e a finalização do processo germinativo em condições laboratoriais, o substrato deve ser umedecido com níveis de água suficiente. Tais estudos podem ser encontrados em outros trabalhos, avaliando diferentes volumes (ml), equivalente ao peso do substrato seco: *Albizia niopoides* Benth. (SOUZA *et al.*, 2017); *Salvia hispanica* L. (PAIVA *et al.*, 2019).

2.4.2 Temperatura

Na ausência de outros fatores limitantes, a temperatura está entre os fatores ambientais que mais influenciam a germinação. Assim, para todas as sementes, existe um limite relativamente amplo de temperatura que varia dos extremos de mínima a máxima. Entre o intervalo de uma temperatura a outra, existe aquela denominada de ótima. Quando mínima ou máxima, ocorrem germinações abaixo da qual, ou acima da qual, respectivamente, não ocorre germinação e quando ótima, verifica a germinação com a maior velocidade. Essa limitação depende principalmente da espécie a ser estudada, das

suas características genéticas e das condições ambientais durante a sua produção (ALMEIDA *et al.*, 2017; BENEDITO *et al.*, 2017).

Sabe-se que o processo germinativo de uma semente envolve diversas atividades metabólicas, ocorrendo uma sequência de reações químicas onde cada reação apresenta sua exigência quanto a temperatura (ATAÍDE *et al.*, 2017).

A existência das variações de temperaturas, afetam a velocidade, a percentagem e a uniformidade de germinação. Existe uma necessidade em determinar esses parâmetros, principalmente devido a dependência de sistemas enzimáticos (MARCOS FILHO, 2015). A exemplo do estudo realizado por Freitas *et al.* (2021), os quais, estudando o efeito da luz e da temperatura na germinação de *Chamaesyce hirta*, bem como o efeito da profundidade do solo, relataram que a temperatura mais alta, dentro dos limites estudados (20, 25, 30, 35°C), intensificaram o fluxo de germinação e, na presença de luz, também colaboram para aumentar a velocidade de germinação da espécie estudada.

A temperatura ótima situa-se, para a maioria das espécies, entre 20 e 30°C. Algumas apresentam limites mais amplos. A temperatura máxima situa-se entre 35 e 40°C e as mínimas geralmente são inferiores a 15°C, podendo aproximar-se do ponto de congelamento (SILVA *et al.*, 2017). Esses extremos representam as temperaturas cardeais para germinação (MARCOS FILHO, 2005).

A faixa de temperatura na qual as sementes germinam refletem muitas vezes as características térmicas do habitat onde tais espécies ocorrem. A distribuição das espécies, em sua maioria, está relacionada a capacidade germinativa a condições climáticas que se encontram (LABOURIAU, 1983).

2.4.3 Luz

A luz está ligada à ativação do sistema de fitocromos, e consequentemente, está relacionada ao funcionamento das membranas celulares; podendo ocasionar uma alteração no fluxo de substâncias nas células e de permeabilidade das membranas, ajudando na quebra de dormência (HILHORST & KARSEN, 1988)

Embora a luz não seja considerada um fator imprescindível para que o processo de germinação ocorra em sementes não dormentes é um dos fatores ambientais responsáveis pelo processo da germinação de sementes. A fotoblastia está intimamente ligada a influência que a luz tem nesse processo e são divididas em três categorias: fotoblásticas positivas que são as que apresentam sensibilidade a luminosidade, e não germinam na ausência de luz. Quando o processo é ao contrário, são consideradas fotoblásticas negativas, em que a semente germina somente no escuro e quando a semente

é indiferente a luz, é chamada de fotoblásticas neutras, ou seja, sementes que germinam nas duas condições (ausência e presença de luz) (SILVA *et al.*, 2002; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2015).

Devido as mudanças na qualidade de luz, as sementes percebem as variações ambientais. Essa percepção, está relacionada a condição favorável ou não da plântula se desenvolver (BRANCALION *et al.*, 2008). Ter sensibilidade aos fatores temperatura e luz, faz com que a espécie tenha comportamento diferenciado durante o processo germinativo. Estudos de pesquisa tem relatado, esses comportamentos no tocante da sensibilidade das sementes à diferentes condições de luminosidade.

As espécies que compõem o banco de sementes viáveis apresentam como estratégia de estabelecimento uma forte relação com a qualidade espectral da luz que chega até as sementes, podendo promover a sua germinação ou induzir a dormência, em função da qualidade de luz recebida (BRACCINI, 2011). Tais respostas fotoblásticas são mediadas pelo fitocromo, um sensor fotorreversível que é ativado pela luz vermelha (~660 nm) e pela luz azul (~430nm), ambas abundantes na luz branca, e desativado pela luz vermelho extremo (~730nm) e pelo escuro (TAKAKI, 2000). Ferreira et al. 2017, estudaram a germinação de três Euphorbiaceae influenciada pela luz e níveis de palhada. Os autores relataram que as espécies em estudo (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*), germinam em todas as qualidades de luz a que foram expostas, porém apresentaram superioridade em condição de luz branca.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, obtenção das sementes, limpeza, separação e assepsia.

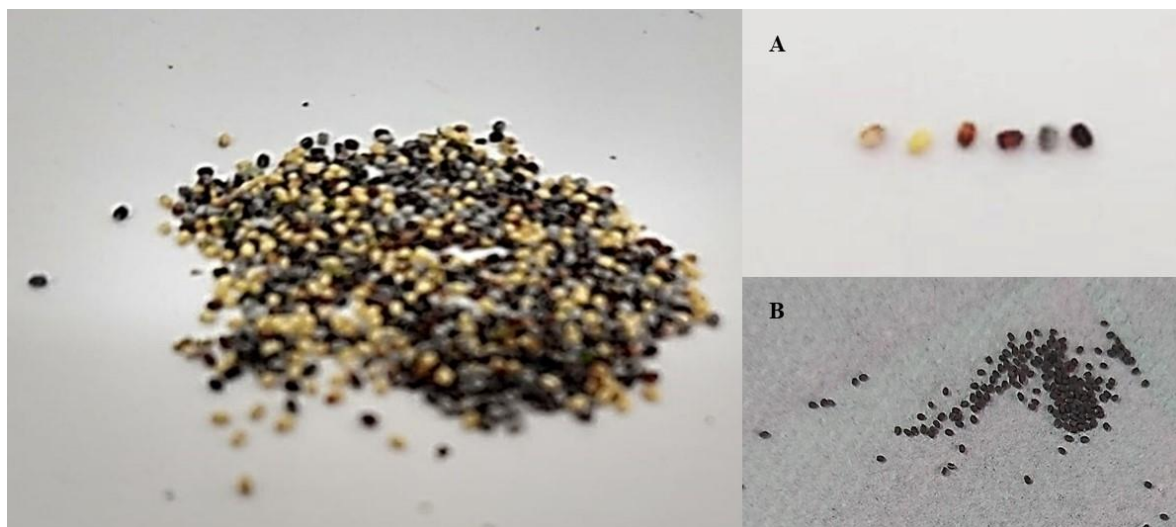
O trabalho foi realizado no Laboratório de Propagação de Plantas do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizado a 09° 28' S, 35° 49' W e 127 m de altitude.

As sementes foram obtidas por meio de coletas manuais em áreas pertencente ao município de Rio Largo (Alagoas). Inicialmente foram colhidas inflorescências quando eram visíveis a presença de frutos maduros, caracterizados pela coloração marrom, das plantas de *Euphorbia hyssopifolia*, sendo posteriormente transferidas para o laboratório em sacos de papel tipo “kraft” e colocadas para secar em estufa de circulação forçada a 40 °C por 10 dias. Após o processo de secagem, as inflorescências foram postas em bandejas plásticas, sendo realizado o beneficiamento, descartando palhas, folhas, bem como outras impurezas presentes. A partir deste procedimento, as sementes foram separadas quanto a sua maturação, sendo elas classificadas da seguinte forma. (A) Sementes imaturas: provenientes de frutos que não apresentaram abertura natural, ou seja, foram extraídas dos frutos que permaneceram fechados, cujas sementes foram caracterizadas pela cor clara (amarela e avermelhada). (B) Sementes maduras: aquelas oriundas da abertura espontânea dos frutos, durante o período de secagem, cujas sementes apresentaram a coloração preta e cinza (Figura 1).

Após o período de secagem, as sementes foram postas em sacos de papel tipo “Kraft”, sendo armazenadas, em ambiente com temperatura regulada de 23°C ± 2°C e 60% ± 4% UR até o início de cada experimento.

Por ocasião da instalação destes, as sementes foram submetidas a uma assepsia, que constituiu na imersão das mesmas em hipoclorito de sódio a 1% por três minutos, e em seguida em álcool 70% por mais três minutos (FERREIRA, 2017; SANTOS *et al.*, 2022). Transcorrido esse tempo, procedeu-se com a lavagem das sementes em água destilada por cinco minutos, sendo postas em seguida sobre papel de filtro para eliminação de qualquer resíduo que poderia permanecer nas sementes.

Figura 6 – Aspectos externos de sementes maduras e imaturas de *Euphorbia hyssopifolia* Lam após a colheita e a extração. Rio Largo, 2022.



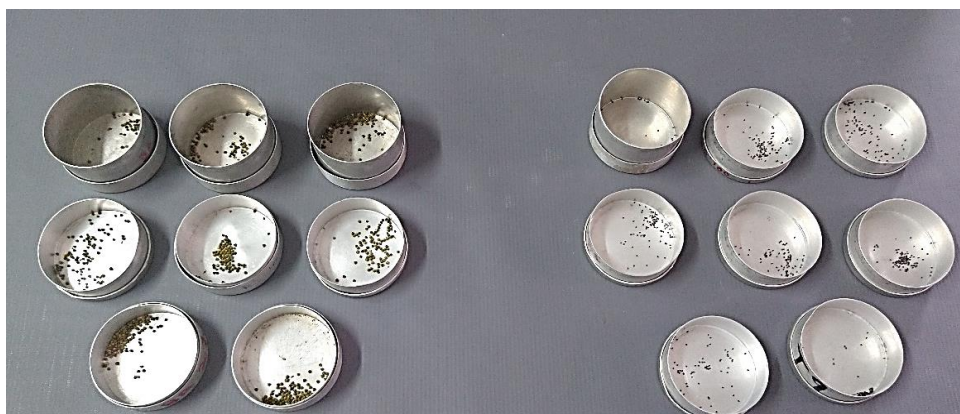
Autora, 2022.

3.2 Caracterização biométrica de frutos e sementes

Para caracterização física de sementes e frutos, foram utilizadas oito amostras de 100 sementes e de frutos para a determinação do peso de mil sementes e frutos (Figura 2), utilizando balança analítica da marca Shimadzu (modelo ATX224). As observações foram realizadas em frutos maduros e imaturos, cujo peso seco (PMS) estimado foi realizado utilizando a fórmula descrita nas Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009) conforme descrição abaixo:

$$PMS = \frac{\text{Peso da amostra} \times 1000}{N^{\circ} \text{ total de sementes}}$$

Figura 7 - Amostras contendo frutos e sementes para a caracterização do peso de mil sementes. Rio Largo, 2022.



Autora, 2022

A partir dos dados obtidos, foram determinadas as medidas de tendência central e dispersão, como média, amplitude, moda, desvio padrão e coeficiente de assimetria de Pearson.

3.3 Características morfológicas das sementes

Para a caracterização morfológica, foram utilizadas cem sementes maduras, inteiras e cortadas (longitudinalmente e transversalmente). Para facilitar os cortes, os quais foram feitos com auxílio do bisturi, as sementes permaneceram em água destilada por seis horas para amolecimento das estruturas de proteção. Transcorrida esta etapa, sementes inteiras e cortadas, foram analisadas utilizando microscópio óptico estereoscópico acoplado a uma câmera digital de alta resolução para registro e identificação das camadas do tegumento, eixo embrionário (localização, forma e tipo), localização do hilo, micrópila e tecido de reserva.

3.4 Desenvolvimento pós-seminal

No estudo do desenvolvimento pós-seminal, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes sendo postas sobre duas folhas de papel “germitest”, autoclavadas e umedecidas com água destilada no volume correspondente a 2,5x o peso do papel, dentro de caixas de plásticos transparentes, e acondicionadas em germinador tipo B.O.D em temperatura alternada de 20-30°C com presença de luz (fotoperíodo de oito horas). A quantidade de água absorvida pelas sementes foi realizada através de sucessivas pesagens em balança digital de precisão, conforme metodologia adotada por Neves et al., (2018), sendo o conteúdo de água absorvida em cada tempo calculado pela equação: % de água absorvida = $\left(\frac{(Pf - Pi)}{Pi} \right) \times 100$, onde, Pi= peso inicial das sementes; Pf= peso final das sementes em cada tempo.

Periodicamente, durante 20 dias, as plântulas foram retiradas do substrato e analisadas, tendo suas partes medidas com régua graduada e registradas com auxílio de uma câmera acoplada ao estereomicroscópio. Após o vigésimo dia, as plântulas normais foram cortadas na zona de transição entre o hipocótilo e sistema radicular (colo), conforme metodologia proposta por Felix *et al.* (2021), sendo incubadas em B.O.D., dentro das melhores condições estabelecidas para o teste de germinação.

3.5 Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes

Por ocasião de cada teste, foi determinado o teor de água das sementes utilizando o método estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, utilizando duas amostras contendo 100 sementes/cada, conforme prescrito pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Para avaliação do potencial fisiológico, sementes maduras e imaturas foram incubadas em câmaras de germinação, *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D), regulados nas temperaturas constantes de 20°C , 25°C , 30°C , 35°C e alternada de $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ na presença e ausência da luz, montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sob esquema fatorial do tipo 5×2 (temperaturas x regime de luz) para cada condição de maturação, utilizando duas folhas de papel de filtro como substrato, as quais foram previamente autoclavadas e umedecidas com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco (BRASIL, 2009), acondicionadas em caixas plásticas ($11,0 \times 11,0 \times 3,5$ cm) transparentes. A luz foi fornecida por 04 lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia, localizadas no interior dos germinadores, utilizando fotoperíodo de oito horas. Para a condição de escuro, utilizaram-se caixas plásticas pretas, sendo a instalação e contagem das sementes germinadas realizadas em ambiente iluminado com luz verde de segurança conforme Kendricks e Frankneland (1983). As sementes germinadas foram contadas diariamente durante 16 dias, utilizando o critério botânico que considera as sementes que apresentaram a emissão da raiz primária com comprimento maior ou igual a 2,0 mm (BRASIL, 2009).

3.6 Germinação em função do volume de água

Utilizando a melhor temperatura na presença de luz, o potencial fisiológico de sementes (maduras e imaturas) foi avaliado em função do conteúdo de água postas no substrato (papel germitest) umedecido com quantidades de água equivalentes a 1,5; 2,0; 2,5, 3,0 vezes o peso do papel (FERRO *et al.*, 2019), obtendo os volumes descritos na Tabela 1. O experimento foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×2 (volumes de água x condição de maturação). A contagem e o critério germinativo foram semelhantes ao experimento anterior.

Tabela 2 - Volume de água (ml) utilizado para germinação de sementes de *E. hyssopifolia* de acordo com o peso do substrato. Rio Largo, 2022.

Peso do papel (g)	2,8364
	Volume (ml)
1,5	4,25
2,0	5,25
2,5	7,09
3,0	8,50

Autora, 2022.

3.7 Longevidade das sementes no solo

As sementes (maduras e imaturas) foram postas separadas em sacos individuais (200 sementes/saco), confeccionados em tecido do tipo organza (15x20 cm), os quais foram enterrados a 10 cm de profundidade em vasos plásticos de 25 litros, contendo como substrato quantidades relativamente iguais de solo argiloso, areia e matéria orgânica na proporção (1:1:1). Transcorrida esta etapa, os vasos foram mantidos em ambiente protegido de chuva, sem controle de temperatura e umidade durante todo o período avaliativo. A cada dez dias, durante o período de cem dias, uma amostra de sementes (maduras e imaturas) foi retirada para avaliação do potencial fisiológico e outra para a determinação do grau de umidade dentro das mesmas condições mencionadas.

Para o teste de germinação, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes postas sobre folha de papel “germitest”, autoclavadas e umedecidas com água destilada no volume correspondente a 2,5x o peso do papel, dentro de caixas de plásticos transparentes, e acondicionadas em germinador tipo B.O.D em temperatura alternada de 20-30°C com presença de luz.

3.8 Influência da submersão em água na viabilidade das sementes.

Para avaliar o potencial fisiológico em condições de submersão em água, sementes maduras foram mantidas submersas em água destilada, até uma profundidade de 10 cm, em recipientes de vidro (Figura 3), conforme metodologia adotada por Asgapour *et al.*, 2020. A cada 10 dias, durante o período de 50 dias, uma amostra de sementes foi retirada para a avaliação do potencial fisiológico, adotando as melhores condições estabelecidas nos experimentos anteriores.

Figura 8- Amostras de sementes *Euphorbia hyssopifolia* em recipientes de vidro para a realização do experimento da sua longevidade em condições de submersão em água. Rio Largo, 2022.



Autora, 2022.

3.9 Longevidade das sementes a altas temperaturas

Para determinação do efeito ao tempo de exposição das sementes à altas temperaturas, simulando um evento de queimada no campo, sementes maduras foram postas, por curto período de tempo, a altas temperaturas (80, 100, 120 e 140° C) pelos períodos de um e cinco minutos, conforme a metodologia adotada por Asgapour *et al.*, 2020. Transcorrido cada período de tempo, as sementes foram postas para germinar dentro das melhores condições estabelecidas anteriormente.

3.10 Variáveis analisadas

O potencial fisiológico das sementes foi avaliado através da porcentagem, velocidade, tempo médio, e frequência relativa de germinação conforme descritos abaixo:

Porcentagem total de germinação (G), foi feita pela contagem final sendo feita aos 16 dias.

$$G = \left(\frac{N}{A} \right) \times 100$$

Em que: G = porcentagem de germinação; N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

O índice de velocidade de germinação (IVG), realizado por contagens diárias das sementes germinadas até 16 dias após a semeadura, segundo modelo proposto por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Em que; G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias após a semeadura no primeiro, segundo e último dia.

Para o tempo médio de germinação (TMG), efetuadas contagens diárias das sementes germinadas até 16 dias após a semeadura, por meio do modelo proposto por Labouriau (1983), com os resultados expressos em dias segundo a fórmula:

$$TGM = G1.T1 + G2.T2 + \dots + Gn.Tn$$

Em que; G1 + G2 +...Gn G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem; T1, T2, Tn = número de dias após a semeadura no primeiro, segundo e último dia.

A frequência relativa da germinação (Fr), em função do tempo de incubação das sementes, seguindo o modelo proposto por Maguire (1962), foi realizada na avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes.

$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Em que; Fr = frequência relativa da germinação; ni = números de sementes germinadas por dia; $\sum ni$ = número total de sementes germinadas.

3.11 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste *Tukey* a 5% de probabilidade para caráter qualitativo e a análise de regressão para caráter quantitativo (FERREIRA, 2018) com auxílio do *software* estatístico ASSISTAT 7.7. Quando necessários, os dados de porcentagem de germinação foram transformados em $\arcsen \sqrt{p/100}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização biométrica das sementes e frutos.

O peso de mil sementes, cujo teor de água de 10,09%, foi em média 4,04 mg, correspondendo a aproximadamente 250.000.000 sementes em um quilograma, com coeficiente de variação de 2,16% (Tabela 2), estando dentro dos limites exigidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), que é no máximo de 4%, sendo esses resultados divergentes dos encontrados por Ferreira *et al.* (2017), com sementes desta mesma espécie, sendo encontrados pelos autores uma média de 0,41g (410 mg). Tal divergência, pode estar atribuída à vários fatores, dentre estes, o grau de umidade das amostras, variabilidade genética, além de outros fatores como a origem da semente com relação as matrizes e estado como mencionado por Müller *et al.* (2017) pois, tais fatores são comuns em ocasionar diferenças, independentemente de serem do mesmo lote ou espécie.

Os frutos, que são do tipo capsular, loculicida, contendo três mericarpos, cujo apresentam sementes de colorações diferentes (heterogeneidade da maturação observada nesta espécie) apresentaram em média, 1,08 mg por 1000 frutos. Com base nos dados obtidos, constatou-se pequena variação dentro das amostras estudadas, tanto para sementes quanto para os frutos (Tabela 2).

A variabilidade de maturação encontrada nos frutos desta espécie foi também constatada em um estudo conduzido na Nigéria por Bolaji *et al.* (2015), sendo relacionado a cor verde claro para frutos imaturos e cor castanha escuro para frutos maduros.

Tabela 2 - Estatística descritiva para a massa de mil sementes e frutos (mg) (100 por repetição) de *E. hyssopifolia*. Rio Largo, 2022.

Medidas de tendência	Sementes (mg)	Frutos (mg)
Média	0,04	0,108
Moda	0,03	-
Desvio padrão	0,0008	0,018
Coeficiente de assimetria	0,53	1,00
Menor valor (min)	0,03	0,08
Maior valor (máx.)	0,04	0,14
Coeficiente de variação (%)	2,16	15,95

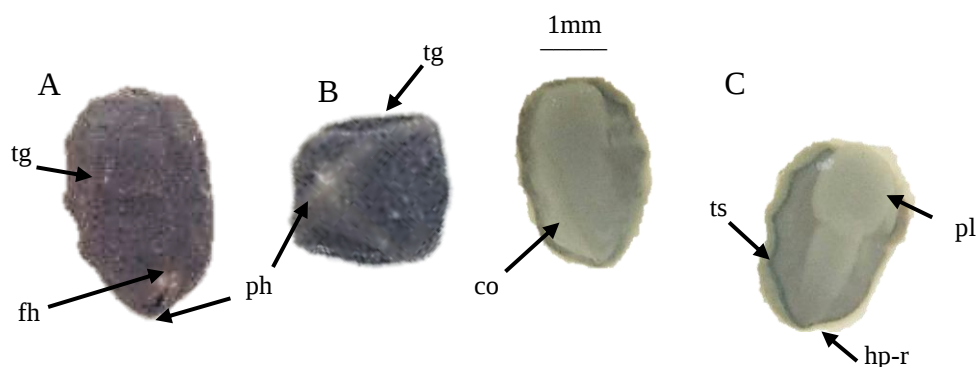
Autora, 2022.

4.2 Características morfológicas das sementes.

As sementes apresentam formato irregular, com pequenas reentrâncias na superfície conferindo um aspecto rugoso (Figuras 4A e B). A sua coloração varia conforme o estágio de maturação, ou seja, quando maduras sua cor variou do cinza ao preto e quando imaturas, a variação deu-se do amarelo claro à tonalidade avermelhada. Sua superfície é lisa, desprovidas de pelos ou outros apêndices, sendo visível a região do hilo, que se encontra próximo da micrópila, caracterizando semente de formato anátropo. (Figura 4C).

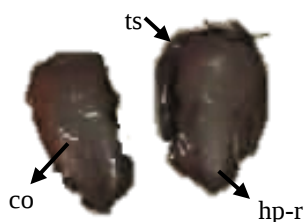
No interior da semente, observa-se que o eixo embrionário ocupa boa porção da cavidade interna, sendo do tipo reto, contínuo e com coloração embranquecida. O eixo hipocótilo-radícula é bem destacado, voltado para a região hilar e de posição axial (Figura 4C). Os cotilédones são finos e expandidos, localizados na posição contrária a micrópila. Quanto à forma, o embrião é de subdivisão foliolada do tipo espatulado (Figura 4C).

Para as sementes imaturas, não foi possível observar as estruturas internas da semente bem desenvolvida (Figura 5).



Autora, 2022.

Figura 9 - Caracterização morfológica das sementes maduras de *E. hyssopifolia*, **A – B**: aspectos externos. **C**: aspectos internos. fh- fenda hilar; rf- rafe; ph- ponta hilar; tg- tegumento; hp-r – hipocótilo-radícula; co- cotilédone; ts- testa; pl – plúmula.



Autora, 2022.

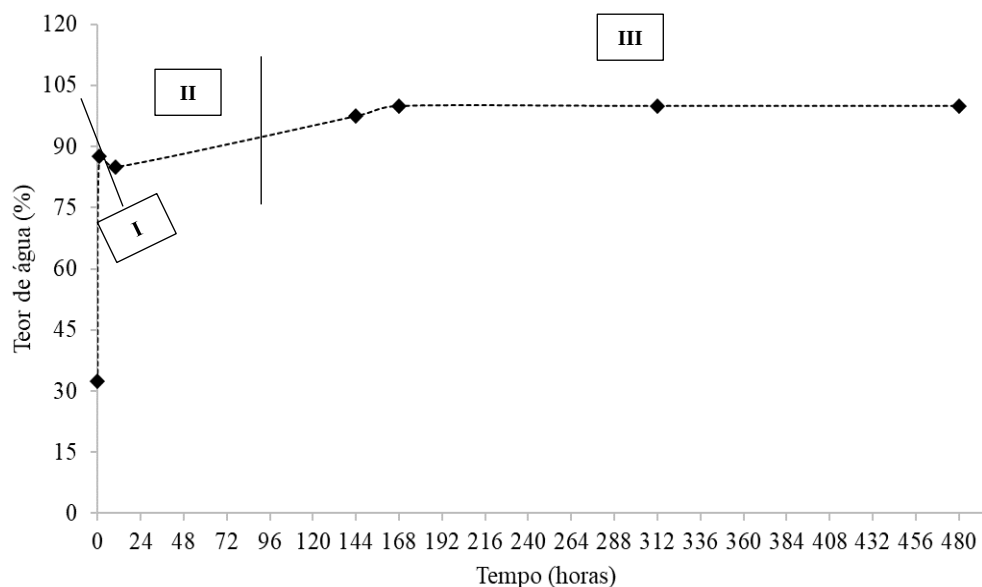
Figura 10- Caracterização morfológica das sementes imaturas de *E. hyssopifolia*, A: aspectos internos. hp-r – hipocótilo-radícula; co- cotilédone; ts- testa.

4.3 Desenvolvimento pós-seminal.

Ao observar a curva de embebição das sementes de *Euphorbia hyssopifolia* (Figura 6), observa-se que a mesma, segue um padrão trifásico descrito por Bewley e Black (1994), sendo rápida nas primeiras e últimas horas do contato das sementes com o substrato úmido. Houve um ganho significativo de 55% da umidade nas primeiras oito horas do processo, onde elas iniciaram com 32,5% de umidade e atingiram 87,5% aproximadamente no período descrito.

Na fase I, da curva de absorção (Figura 6), observou-se um crescente incremento no grau de umidade nas primeiras seis horas de embebição, caracterizando a fase mais curta e rápida para a espécie em estudo. Esta fase, é caracterizada pela diferença de potencial existente entre a semente e o meio, sendo um processo físico (MARCOS FILHO, 2015), cuja embebição da água ocorre independentemente da atividade metabólica das sementes, podendo ocorrer tanto em sementes viáveis ou mortas. Ainda segundo o autor, nesta fase, já podem ocorrer os primeiros sinais do aumento das atividades metabólicas nas sementes vivas, pois com o elevado processo respiratório, há liberação de energia para a realização da digestão do material de reserva pelas enzimas hidrolíticas a exemplo da α amilase que é sintetizada na camada de aleurona a partir dos balanços hormonais.

Figura 6. Curva de embebição/absorção de água de sementes de *Euphorbia hyssopifolia*.



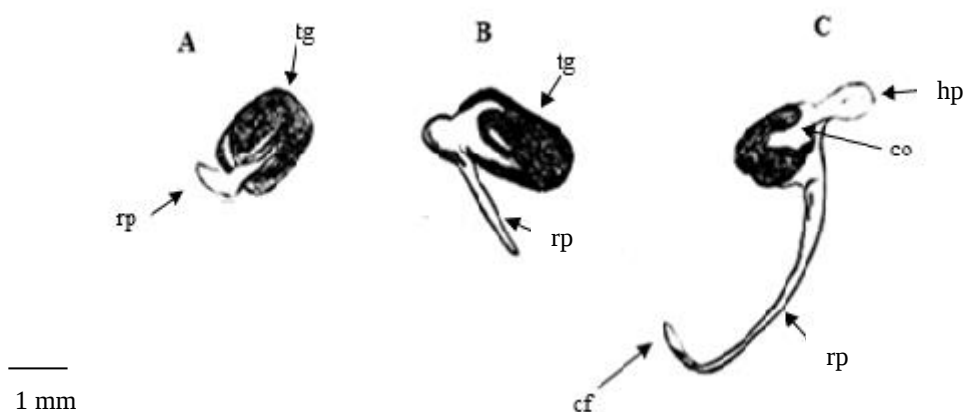
Autora, 2022.

A partir de 24 horas, registrou-se uma queda na absorção de água pelas sementes, iniciando a Fase II, caracterizado por uma fase de absorção mais lenta de água com pouca variação no gradiente de umidade, o qual perdurou até 48 horas após contato das sementes com o substrato úmido (Figura 6). Estes dados estão de acordo com a afirmação de Marcos Filho (2005), ao mencionar que esta fase é estacionária e ocorre em função do balanço entre potencial osmótico e o potencial de pressão.

No final da fase II foi observado um aumento no ganho de água pelas sementes, culminando com a protrusão da raiz primária apresentando 2,0 mm de comprimento critério este adotado em muitos trabalhos com sementes infestantes (Figura 7A), que ocorreu após 48 horas, atingindo um percentual de 63% das sementes germinadas (Figura 6). Este ponto marca o início da fase III, estando às sementes com 85% de água. Após 144 horas do contato das sementes com o substrato úmido, observou-se a estabilização do ganho de água e a raiz primária apresentou em média 5,0 mm de comprimento, apresentando gravitoprismo positivo, sendo evidenciada a coifa (Figura 7C) que se apresenta com coloração mais escurecida que a raiz primária.

Com o alongamento da raiz primária, após as 168 horas da semeadura, já foi

possível distingui-la do hipocótilo, tendo essa estrutura formato cilíndrico e coloração verde-clara em toda a sua extensão. A distinção do hipocótilo e da raiz primária se deu através da existência de uma dilatação na base do hipocótilo, denominada de colo, de coloração amarelada e presença de pelos na região de transição entre essas duas estruturas. Após 192 horas, observou-se o aparecimento dos primórdios foliares e com o tegumento desprendido da semente (Figura 8D, E e F). Neste período, já foi possível observar a presença do primórdio foliar e o hipocótilo, sendo este alongado, cilíndrico, apresentando em média 14,0 mm (Figura 8D) de comprimento neste estágio de desenvolvimento. Às 312 horas, verificou-se o desprendimento total do envoltório seminal, abertura do primórdio foliar e início do aparecimento de raízes secundárias. Com 480 horas (Figura 8G), foi possível visualizar as raízes secundárias, o hipocótilo bem desenvolvido, com coloração esverdeada. Tais fatos caracterizam a germinação epígea, sendo a plântula do tipo fanerocotiledonar.



Autora, 2022.

Figura 7- Germinação de *E. hyssopifolia* até os seis dias. **A (dia 1) Protusão da raiz primária; B (dia 2) Aparecimento do hipocótilo; C (dia 6) Alongamento da raiz primária.** rp- raiz primária; tg- tegumento; hp- hipocótilo; co- cotilédone; cf- coifa.

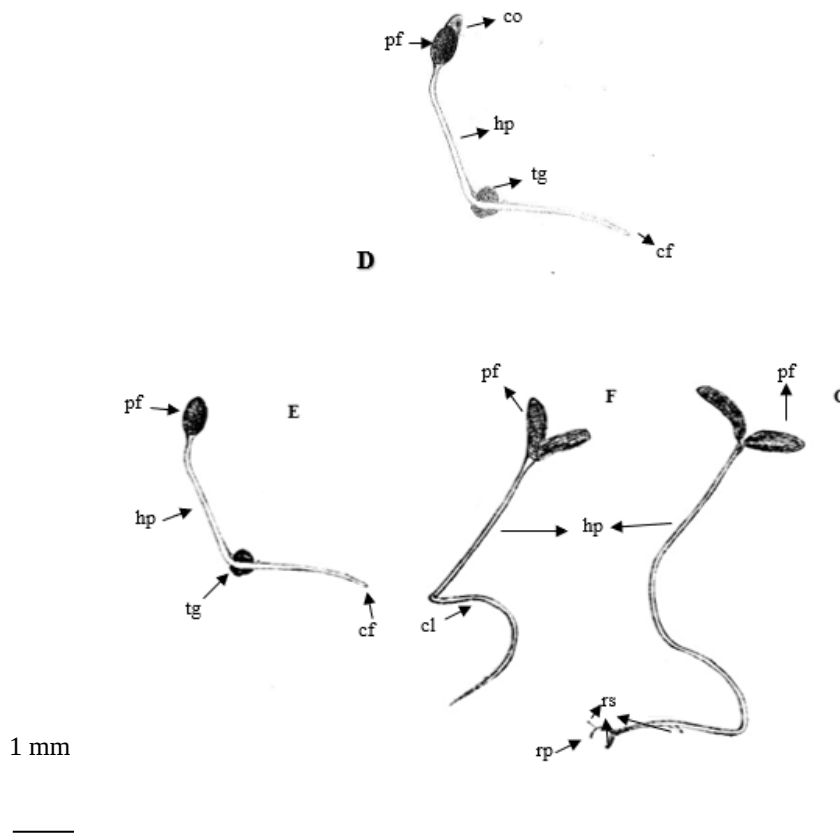


Figura 8- Germinação de *E. hyssopifolia* até os vinte dias. **D (dia 8); E (dia 9); F (dia 13); G (dia 20).** pf- primórdio foliar; hp- hipocótilo; tg- tegumento; cf- coifa; cl- colo; rp- raiz primária; rs- raiz secundária.

Após corte realizado nas plântulas, efetuadas aos vinte dias da semeadura na zona de transição entre o hipocótilo e sistema radicular (colo), constatou-se a morte de todas elas, ou seja, nenhuma teve a capacidade de rebrota, diferente de outras espécies invasoras que após o corte realizado nesta mesma região, apresentaram capacidade de sobreviver, a exemplo de um estudo realizado por Felix *et al.* (2021), com plântulas de *Simira gardneriana* (Rubiaceae) que observaram a capacidade de rebrota após serem cortadas na região do colo aos 28 dias, ocorrendo o restabelecimento completo das raízes. Os autores comentaram que a capacidade de rebrota, pode ser uma estratégia da espécie para se estabelecer em condições adversas no campo sob algum estresse.

4.4 Avaliação do potencial fisiológico inicial das sementes.

Houve efeito significativo ($p \leq 0,001$) dos fatores temperatura e regime de luz isoladamente, e da interação dupla regime de luz e temperatura, para porcentagem de germinação de sementes de *Euphorbia hyssopifolia*, indicando interdependência entre os fatores estudados (Tabela 3).

As sementes dessa espécie, independente do regime de luz a que foram expostas, germinaram no intervalo de temperatura $20^{\circ}\text{C} \leq T \leq 35^{\circ}\text{C}$, e sob temperatura alternada de $20-30^{\circ}\text{C}$ (Tabela 5). Esses resultados justificam parcialmente a ampla distribuição da espécie no território brasileiro, o qual apresenta diferenças regionais em suas características edafoclimáticas, corroborando a afirmação de Labouriau (1983), ao mencionar a temperatura ótima e a extensão de sua faixa como fatores que determinam a distribuição geográfica das espécies.

Tabela 3 - Resumo da ANOVA para porcentagem de germinação de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regime de Luz (RL)	1	3763,52	3763,52	63,66**
Temperatura (T)	4	3999,71	999,92	16,91 **
RL x T	4	3868,42	967,10	16,36 **
Tratamentos	9	11631,66	1292,40	21,86**
Resíduo	30	1773,30	59,11	
Total	39	24887,98		
Média geral	36,84			
CV (%)	20,86			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

Nas sementes maduras e em presença de luz ocorreram maiores médias de porcentagem de germinação na temperatura constante de 20°C e na alternada ($20-30^{\circ}\text{C}$), as quais não diferiram entre si (Tabela 5). Para esse regime de luz, a menor média germinativa, ocorreu na temperatura constante de 35°C . Nas sementes incubadas no escuro, a porcentagem de germinação foi significativamente inferior à das sementes mantidas em presença de luz, para todas as temperaturas testadas. Na ausência de luz, a temperatura alternada ($20-30^{\circ}\text{C}$) também conferiu a maior média na porcentagem de germinação, seguida da temperatura constante de 35°C , as quais não diferiram entre si. As demais temperaturas conferiram médias de germinação significativamente inferiores à temperatura alternada.

Com a elevação da temperatura, no regime de luz branca, para as sementes maduras, ocorreu diminuição da germinação, uma vez que, as temperaturas acima de 25°C provocaram acentuada queda na porcentagem (Tabela 5). Entre os agentes externos que podem influenciar na regulação desse processo, o uso de temperaturas elevadas é um fator potencialmente deletério, visto que é capaz de ocasionar estresse no processo germinativo (ARAÚJO NETO *et al.*, 2002).

De acordo com Lopes *et al.* (2011), os efeitos da temperatura na germinação são complexos, pois podem afetar cada estágio do processo germinativo de diferentes maneiras, visto que, cada etapa reage de forma diferente, além de estar relacionado com os processos bioquímicos, aos quais as sementes estão sujeitas. Porém, de modo geral, a exposição em altas temperaturas ocasionam, geralmente, danos irreversíveis no desenvolvimento das plântulas (LIN *et al.*, 2016), afetando a permeabilidade das membranas, altera a velocidade da absorção de água das sementes, a desintegração das estruturas proteicas, tal como a redução das funções enzimáticas ocorrendo uma diminuição do suprimento de aminoácidos livres (PEREIRA *et al.*, 2016).

Resultados semelhantes ao deste presente trabalho, foram encontrados por Santos *et al.* (2022), utilizando sementes da mesma espécie estudada em diferentes condições luminosas. Os autores observaram que as sementes germinaram em todas condições de luz estudadas (presença e ausência de luz), com variação de temperatura entre 20°C e 30°C e alternada 20-30°C, com destaque para a temperatura alternada de 20-30°C que proporcionou as maiores médias de germinação.

Tabela 4 - Resumo da ANOVA para porcentagem de germinação de sementes imaturas de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regime de Luz (RL)	1	424,46	424,46	7,79**
Temperatura (T)	4	1763,27	440,81	8,10 **
RL x T	4	689,70	172,42	3,16 *
Tratamentos	9	2877,44	319,71	5,87**
Resíduo	30	1632,66	54,42	
Total	39	4510,10		
Média geral	18,19			
CV (%)	40,54			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

As sementes imaturas germinaram em todos os regimes de luz e temperaturas

testadas, ocorrendo efeito significativos nos fatores estudados (Tabela 4), ainda que as médias de porcentagem tenham sido significativamente inferiores às das sementes maduras (Tabela 5).

Tabela 5- Médias da porcentagem de germinação de sementes maduras e imaturas de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.

Germinação (%)			
Condição de maturação	Temperatura	Regime de luz	
		Branca	Escuro
MADURA	20°C	69,11 aA	25,32 aB
	25°C	42,75 bA	22,45 aB
	30°C	31,00 bcA	27,43 aA
	35°C	20,96 cA	29,13 aA
	20-30°C	68,90 aA	31,40 aA
	Média	46,54 A	27,14 B
IMATURA	20°C	8,65 bA	24,72 Aa
	25°C	11,09 aA	2,88 aB
	30°C	19,52 aA	23,54 aA
	35°C	21,71 bA	32,71 aA
	20-30°C	13,71 aA	23,41 aA
	Média	14,94 A	21,45 A

Autora, 2022.

Nota:

Letras iguais em cada condição de maturação (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha), indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As sementes imaturas apresentaram média de porcentagem de germinação significativamente inferior à das sementes maduras em presença de luz. Entretanto, quando se analisa o comportamento germinativo nesta condição de maturação, observa-se que não houve diferença significativa entre os dois regimes de luz testados, exceto para a temperatura de 25°C em condição de escuro (Tabela 5). Tais resultados podem indicar que os fatores ambientais em questão, e dentro dos limites de temperatura testados, têm pouca influência sobre a germinação das sementes imaturas, as quais podem vir a germinar em amplas condições de temperatura, seja em presença ou ausência de luz. Outra questão a ser levantada, é que essas sementes possivelmente adquirem maior sensibilidade à luz e à temperatura durante o processo de maturação.

As taxas de germinação, podem diminuir ou aumentar dependendo das espécies e das condições ambientais às quais as sementes são submetidas, como foi observado em várias espécies de plantas daninhas, a exemplo *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea* spp. e *Merremia aegyptia* (cordas-de-viola) (ORZARI *et al.*, 2013), *Euphorbia hyssopifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta* (FERREIRA *et al.*, 2017).

O fitocromo é responsável pela captação de condições luminosas, fazendo com que as sementes reajam ao estímulo luminoso, mesmo que em condições mínimas (TAKAKI, 2001). Responder a esse estímulo, permite que a germinação da espécie ocorra preferencialmente em situações em que as plântulas não estarão expostas à competição por luz com outras espécies.

A sensibilidade das sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia* ao estímulo luminoso, refere-se ao fenômeno de fotoblastismo. Portanto, sementes que têm maior germinação em presença de luz, mas que também germinem no escuro, ainda assim serão consideradas fotoblásticas positivas, sendo estas definidas por Klein e Fellipe (1991) como fotoblásticas positivas preferencial e quando a germinação é nula na ausência de luz, a semente foi considerada fotoblástica positiva de caráter absoluto.

A germinação de sementes em condições de escuro também foi verificada por Orzari *et al.* (2013), com *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea* spp. e *Merremia aegyptia* (cordas-de-viola), sendo considerada por estes autores como fotoblásticas negativas.

De forma geral, de acordo com os resultados supracitados, verifica-se que houve germinação nos dois regimes de luz. Porém, um maior incremento no processo germinativo ocorreu quando as sementes maduras foram expostas à presença de luz. Sendo assim, as sementes de *Euphorbia hyssopifolia* apresentaram comportamento fotoblástico positivo preferencial, pois, responderam de forma diferenciada em todas as temperaturas e regime de luz fornecida, com superioridade na condição de luz branca.

Para o tempo médio de germinação de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia*, não houve efeito significativo ($p \leq 0,001$) do fator regime de luz isoladamente, porém, houve efeito significativo para a interação dupla regime de luz x temperatura, indicando interdependência apenas entre os fatores (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da ANOVA para tempo médio de germinação (TMG) de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
-------------------	----	----	----	---

Regime de Luz (RL)	1	18,40	18,40	3,12 ns
Temperatura (T)	4	97,54	24,38	4,14 **
RL x T	4	86,70	21,67	3,68 *
Tratamentos	9	202,64	22,51	3,82 *
Resíduo	30	176,64	5,88	
Total	39	379,34		
Média geral	6,10			
CV (%)	39,74			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns- não significativo

Nas sementes maduras em condição de regime de luz, as médias obtidas em temperaturas constantes, exceto a temperatura constante de 35°C, para o tempo médio de germinação diferiram significativamente da temperatura alternada, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, embora o menor valor tenha sido observado na temperatura constante de 20°C (Tabela 8). Em condição de escuro, o menor tempo médio foi obtido para a temperatura constante de 25°C, a qual não diferiu das demais médias dentro destas condições.

Tabela 7 - Resumo da ANOVA para tempo médio de germinação (TMG) de sementes imaturas de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regime de Luz (RL)	1	13,54	13,54	1,30 ns
Temperatura (T)	4	61,83	15,45	1,48 ns
RL x T	4	180,21	45,05	4,32 **
Tratamentos	9	255,59	28,39	2,72 *
Resíduo	30	315,53	10,41	
Total	39	568,13		
Média geral	5,99			
CV (%)	53,83			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns- não significativo

Definir com exatidão o tempo para o encerramento de teste de germinação com sementes em condição de laboratório, é extremamente importante na condução do mesmo, uma vez que a demora de um teste pode comprometer a tomada de decisão sobre um lote de sementes. Assim, associar o maior percentual de germinação à agilidade do

teste em ocasião, é um fator favorável a análise de sementes e ajuda na determinação correta da tomada de decisão para práticas agrícolas (BARBOZA, 2021).

Tabela 8 - Tempo médio de germinação (TMG) de sementes maduras e imaturas de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e qualidades de luz. Rio Largo, 2022.

TMG (dias)			
Condição de maturação	Temperatura	Regime de luz	
		Branca	Escuro
MADURA	20°C	4,38 aA	6,18 aABC
	25°C	4,56 aA	3,12 aC
	30°C	7,09 aA	4,61 aBC
	35°C	5,75 bA	11,04 aA
	20-30°C	5,35 bA	8,95 aAB
	Média	5,42 A	6,78 A
IMATURA	20°C	8,00 aAB	5,00 aA
	25°C	4,55 aAB	5,01 aA
	30°C	8,33 aA	7,61 aA
	35°C	1,50 bB	10,83 aA
	20-30°C	4,68 aAB	4,43 aA
	Média	5,41 A	6,57 A

Autora, 2022.

Nota:

Letras iguais em cada condição de maturação (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha), indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sementes imaturas, apresentaram efeito significativo apenas no fatorial duplo estudado (Tabela 7). Em presença de luz, sementes nesta condição de maturação, germinaram mais rapidamente quando submetidas à temperatura constante de 35°C, a qual conferiu o menor tempo médio (TMG), diferindo apenas da temperatura de 30°C (Tabela 8). Em condição de escuro, o menor tempo ocorreu na temperatura alternada de 20-30°C, o qual não diferiu das demais temperaturas estudadas.

Diante destes resultados, recomenda-se que os testes de germinação de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia*, em regime de luz e temperatura constante de 20 °C, sejam encerrados ao 4º dia após a semeadura e, ao 5º dia em temperatura alternada (20-

30 °C), que correspondem aos dias em que as taxas de germinação atingiram porcentagem superior a 60%. Resultados esses, são de suma importância para práticas agrícolas e que se tornam como proposta de inclusão nas Regras para Análise de Sementes (RAS).

Quanto ao IVG, houve efeito significativo ($p \leq 0,001$) dos fatores regime de luz e temperatura isoladamente e, do fatorial duplo em sementes maduras (Tabela 9). Já em condição imaturas, houve efeito significativo apenas no fator temperatura isoladamente e, no fatorial duplo regime de luz e temperatura, indicando interdependência dos fatores estudados (Tabela 10).

Tabela 9 - Resumo da ANOVA para índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regime de Luz (RL)	1	41,65	41,65	108,49 **
Temperatura (T)	4	35,27	8,82	22,97 **
RL x T	4	29,60	7,40	19,27 **
Tratamento	9	106,53	11,83	30,83 **
Resíduo	30	11,51	0,38	
Total	39	118,05		
Média geral	1,85			
CV (%)	33,42			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

Sementes maduras, expostas para germinar na presença de luz apresentaram maiores médias de IVG na temperatura constante 20°C, seguida da alternada (20-30°C), as quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 11). Na condição de escuro, constatou-se que o maior IVG foi obtido nas sementes expostas na temperatura alternada (20-30°C), seguida da constante de 25°C, as quais não diferiram estatisticamente entre si e entre a constante de 20°C, mesmo essa temperatura apresentando IVG inferior das citadas anteriormente dentro desta condição. Estatisticamente, observou que houve efeito significativo na média apresentada do fator regime de luz.

Tabela 10 - Resumo da ANOVA para índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes imatura de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e regime de luz. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Regime de Luz (RL)	1	0,10	0,10	0,47 ns
Temperatura (T)	4	9,63	2,40	10,79 **
RL x T	4	2,46	0,61	2,76 *

Tratamento	9	12,20	1,35	6,08 **
Resíduo	30	6,69	0,22	
Total	39	18,90		
Média geral	0,65			
CV (%)	71,70			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns- não significativo

Para sementes imaturas, pode-se observar que o IVG nas duas condições estudadas, apresentaram médias inferiores quando comparamos com as sementes maduras (Tabela 11). Nesta condição de maturação e em condição de luz branca, a maior média do índice de velocidade germinativa foi na temperatura alternada 20-30°C. Em condição de escuro, obteve-se superioridade em médias nesta mesma temperatura (a alternada), porém, as médias do fator regime de luz, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 11 - Índice de velocidade de germinação de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas e qualidades de luz. Rio Largo, 2022.

IVG			
Condição de maturação	Temperatura	Regime de luz	
		Branca	Escuro
MADURA	20°C	5,33 aA	0,61 bA
	25°C	2,82 aB	1,03 bA
	30°C	1,19 aC	0,71 aA
	35°C	0,66 aC	0,60 aA
	20-30°C	4,34 aA	1,21 bA
	Média	2,87 A	0,83 B
IMATURA	20°C	0,07 aB	0,20 Aa
	25°C	0,72 aB	0,92 aA
	30°C	0,27 aB	0,87 aA
	35°C	0,04 aB	0,45 aA
	20-30°C	1,93 aA	1,09 bA

Média	0,60 A	0,71 A
Autora, 2022. Nota: Letras iguais em cada condição de maturação (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha), indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.		

O comportamento germinativo de sementes da espécie em estudo, foi semelhante aos encontrados por Ferreira *et al.* (2017) com sementes de três *Euphorbiacea*. Segundo os autores, as sementes apresentaram germinação em vários ambientes de luz e escuro, com incremento em ambientes de luz, mostrando capacidade de se estabelecer em vários ambientes, aumentando suas chances de perpetuação. Em um trabalho realizado por Carvalho *et al.* (2007), com sementes de *Amaranthus viridis*, os autores observaram que esta espécie também germinou nos dois ambientes estudados (claro e escuro), sendo a associação escuro e temperatura constante proporcionado os mais baixos valores de germinação. Os autores reforçam que em condições naturais, no solo, dificilmente são verificadas temperaturas constantes. Em casos mais específicos, como em sistemas de plantio direto, cultivo mínimo ou colheita de cana-de-açúcar sem queima prévia (sistemas conservacionistas), por vezes, tem-se apenas a redução da amplitude de temperaturas no solo, de modo que os resultados de trabalhos desta natureza podem auxiliar na previsão da germinação/emergência das plantas, auxiliando em trabalhos que visa o controle de plantas indesejadas no campo.

Desta forma, analisando os resultados obtidos, constata-se que as temperaturas constante de 20°C e alternada de 20-30°C na presença de luz proporcionaram as melhores condições para a germinação das sementes após atingirem a maturidade, como pode ser também observado nos polígonos de frequência, onde constata-se que ambas proporcionaram maior sincronização de germinação, sendo essa sincronização maior na temperatura de 20°C (Figura 9). Nestas temperaturas sementes de *E. hyssopifolia* apresentaram frequência unimodal da germinação, ou seja, a germinação foi mais concentrada no tempo, indicando que nessas condições, um número maior de sementes germinaria mais rapidamente. Entretanto, as demais temperaturas provocaram maiores irregularidades na frequência, caracterizando maior desorganização do sistema.

Tal desorganização foi observada nas temperaturas que proporcionaram uma queda na porcentagem de germinação. Segundo Garcia *et al.* (2004), essa desorganização pode ser consequência do aumento na movimentação das moléculas, deixando as ligações

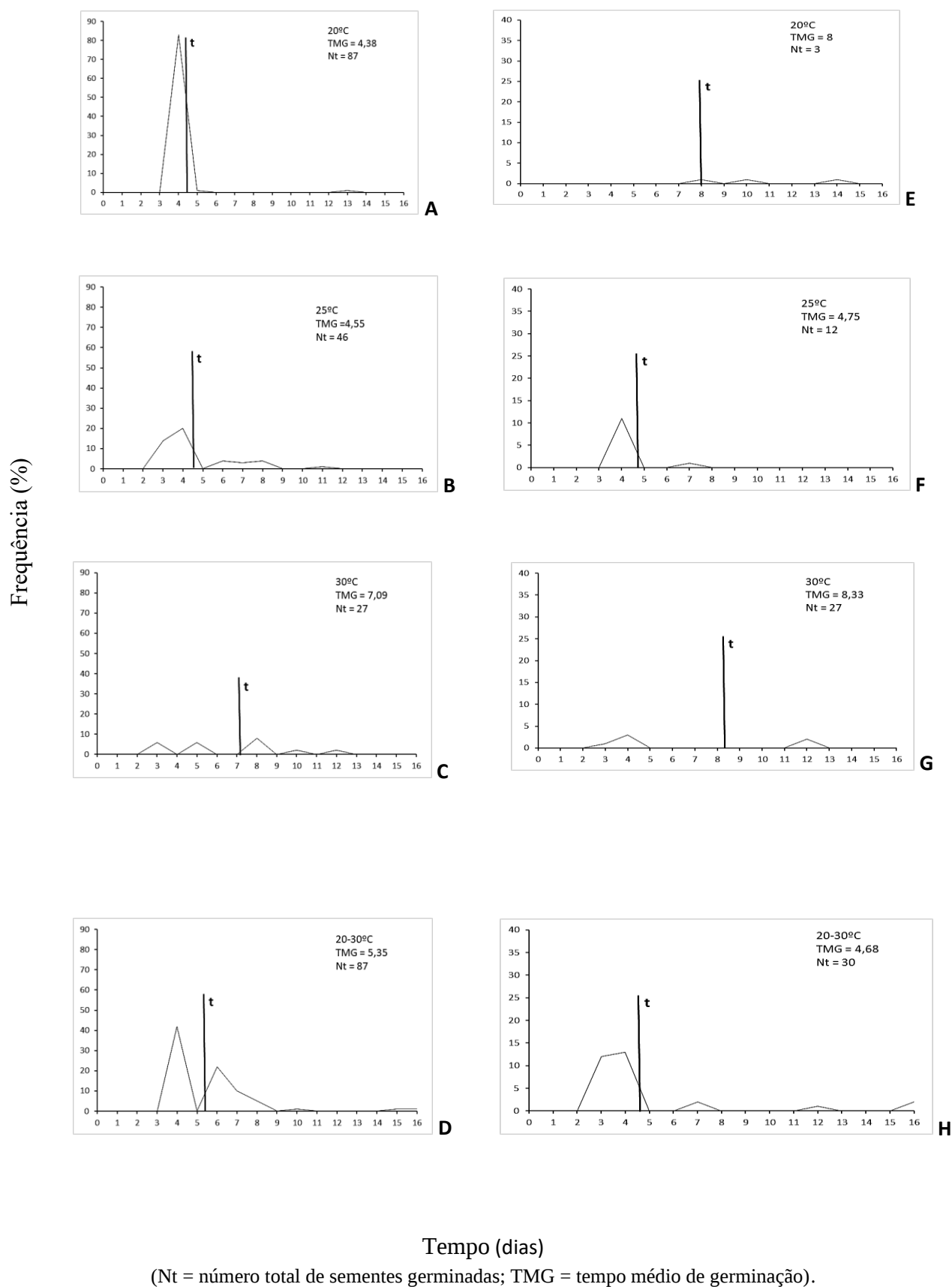
químicas mais frágeis e a membrana celular mais fluida, com desnaturação de proteínas e desestruturação do sistema de membranas celulares.

Em estudos termobiológicos, diversos autores mencionaram que a germinabilidade (porcentagem final da germinação) varia conforme a temperatura de incubação, sendo essa dependência descrita pela temperatura máxima, mínima e ótima. Dessa forma, em uma revisão realizada por Cardoso (1989) o autor comenta um estudo realizado por Labouriau onde reforçou que a existência dessas temperaturas cardeais leva à questão do porquê sementes podem germinar apenas dentro de um determinado intervalo térmico e, dentro desse intervalo, por que a distribuição dos tempos de germinação de sementes individuais varia tanto em função da temperatura. Neste sentido, segundo o autor, a velocidade de germinação representada pela velocidade média é geralmente muito mais termo dependente do que a germinabilidade, sendo que o principal interesse no estudo da dependência térmica da velocidade de germinação reside na busca por fatores limitantes e processos parciais da germinação de sementes. Cardoso (2009) ressalta que essa termo dependência na germinação, dependente também da ação de outros fatores ambientais, como luz e água, o que tem mostrado que em condições menos “favoráveis” a distribuição da germinação ao longo do tempo tende à polimodalidade e à dispersão, tornando-se, portanto, mais aleatória e menos sincronizada.

Para sementes imaturas, constatou-se que a temperatura de 20°C proporcionou maior desorganização, evidenciando assim o atraso na germinação e consequentemente, a redução do vigor das sementes (ALVES *et al.*, 2011). Tal assimetria da distribuição, pode ser justificada por mostrar que a heterogeneidade se dá através do retardamento da maioria das sementes em germinar ou a uma minoria de sementes que germinam rapidamente, dependendo da temperatura.

Os resultados em que a germinação foi distribuída ao longo do tempo de incubação com maior sincronização, mostrou-se importante para a sobrevivência da espécie nas condições de temperaturas a que foram expostas. A exemplo, estudo feito por Melo *et al.* (2018), com sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins, a qual os autores relatam que a assimetria da distribuição foi dependente da temperatura, apresentando-se de forma unimodal (20, 25, 30, 35°C e alternada de 20-30°C) e polimodal (10 e 15°C), de maneira que, quando submetidas 25 a 35°C e 20-30°C, ocorreu aceleração no processo germinativo.

Figura 9 - Frequências relativas (Fr) da germinação de sementes maduras (A, B, C e D) e imaturas (E, F, G, H) de *Euphorbia hyssopifolia*, em função do tempo de incubação isotérmica e em diferentes temperaturas constantes e a alternada. Rio Largo, 2022.



Autora, 2022.

As plântulas de *Euphorbia hyssopifolia* obtidas de sementes maduras, obtiveram efeito significativo no fator isolado de temperatura e comprimentos de plântulas e, no fatorial duplo (temperatura x comprimento de plântula), indicando interdependência nos fatores estudados (Tabela 12). Nas plântulas obtidas das sementes imaturas, houve efeito significativo nos fatores isolados de temperatura e comprimento de plântula (Tabela 13). Observa-se que nesta condição, não houve efeito significativo entre o fatorial duplo (temperatura x comprimento de plântula).

De acordo com os valores obtidos, constatou-se que houve semelhante desenvolvimento no comprimento tanto raiz quanto de parte aérea nas diferentes temperaturas testadas (Tabela 14). Plântulas obtidas de sementes imaturas também não apresentaram variação nos comprimentos de raiz e parte aérea em função da temperatura, exceto para o comprimento da parte aérea que foi significativamente menor na temperatura de 35°C. O desenvolvimento das plântulas, está diretamente relacionado com a temperatura.

Tabela 12 - Resumo da ANOVA para comprimento de plântulas obtidas de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas em regime de luz branca. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Temperatura (T)	4	23628,82	5907,20	110,63 **
Comprimento de plântulas (CP)	2	8817,01	4408,50	82,56 **
T x CP	8	3611,09	451,38	8,45 **
Tratamento	14	36056,92	2575,49	48,23 **
Resíduo	45	2402,74	53,39	
Total	59	38459,66		
Média geral	34,28			
CV (%)	21,31			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

Tabela 13 - Resumo da ANOVA para comprimento de plântulas obtidas de sementes imaturas de *Euphorbia hyssopifolia* sob diferentes temperaturas em regime de luz branca. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Temperatura (T)	4	836,19	209,04	18,46 **
Comprimento de plântulas (CP)	2	140,7	70,37	6,21 **
T x CP	8	114,51	14,31	1,26 ns
Tratamento	14	1091,46	77,96	6,88 **

Resíduo	45	509,49	11,32
Total	59	1600,95	
Média geral	4,32		
CV (%)	77,89		

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns- não significativo

Na temperatura de 35°C, a qual proporcionou menor média na velocidade germinativa e consequentemente é a que foi considerada como a ponto máximo de temperatura, neste estudo, provocaram decréscimo no desenvolvimento da raiz e parte aérea, podendo haver extensão de interferências negativas no crescimento da plântula (Tabela 14).

A temperatura que está considerada dentro da faixa ótima (20-30°C), foi a mais adequada nos aspectos de desenvolvimento inicial da plântula considerando as duas condições de maturação.

Tabela 14- Médias do comprimento das plântulas. (A) comprimento raiz; (B) comprimento parte aérea; (C) Comprimento total das plântulas. Rio Largo, 2022.

Temperaturas (°C)	(A) Comprimento raiz (cm)		(B) Comprimento parte aérea (cm)		(C) Comprimento total das plântulas	
	Maduras	Imaturas	Maduras	Imaturas	Maduras	Imaturas
20°C	50,12 aB	0,85	38,17 aB	0,52	88,30 aA	1,37
25°C	24,87 bcB	4,15	21, 82 bB	5,32	46,70 bA	9,47
30°C	10,40 cdB	1,65	15,12 bcAB	3,15	25,52 cA	4,80
35°C	7,67 dA	0,30	6,30 cA	0,60	13,97 cA	0,90
20-30°C	35,15 bB	8,55	47,50 aB	7,30	82,65 aA	15,85

Autora, 2022.

Nota:

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si para coluna (minúsculas) e linhas (maiúsculas). Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

4.5 Germinação em função do volume de água:

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo apenas da condição de maturação, isoladamente, enquanto que o volume de água e a interação (volume de água e condição de maturação) não apresentaram efeito significativo sobre a germinação de sementes de *Euphorbia hyssopifolia* (Tabela 15).

Tabela 15 - Análise de variância da germinação das sementes de *Euphorbia hyssopifolia* sob o efeito de diferentes volumes de água (ml) em função do peso do substrato. Rio Largo, 2022.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Volume de água (V)	3	724,00	241,33	1,59 ns
Condição de Maturação (CM)	1	27378,00	27378,00	180,91 **
V x CM	3	322,00	107,33	0,70 ns
Tratamentos	7	28424,00	4060,57	26,83**
Resíduo	24	3632,00	151,33	
Total	31	32056,00		
CV (%)	33,70			

Autora, 2022.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo

Conforme resultados obtidos, constata-se padrão linear até o volume de 2,5 vezes o peso do papel, com o percentual de germinação variando de 61 até 74% (Tabela 16). Constata-se uma tendência da redução da porcentagem de germinação no volume referente a 3,0 vezes o peso do substrato seco (Figura 10), indicando que a partir deste volume a germinabilidade das sementes pode ser prejudicada. Tais resultados corroboram trabalhos de pesquisa realizados com sementes de inúmeras espécies da família Poaceae que apontaram que volumes de água entre 2,0 a 2,5 vezes o peso do substrato seco, seria ideal para a condução de testes de germinação (Medeiros *et al.*, 2001), estando ainda dentro das prescrições da Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Por outro lado, Medeiros *et al.*, (2001) recomendaram um volume de água em quantidade equivalente a 3,5 vezes o peso do substrato seco para sementes de *Escallonia montevidensis*, evidenciando que a necessidade de água pode variar a depender da espécie. Outro aspecto a ser considerado é que sementes de uma mesma espécie podem germinar numa faixa de volumes de água, conforme discutido por Ferro *et al.*, (2019).

Tabela 16 – Porcentagem (%G), tempo médio (TMG) e índice de velocidade da germinação (IVG), das sementes de *Euphorbia hyssopifolia* em função da condição de maturação e de diferentes volumes de água (ml x peso do papel) no substrato. Rio Largo, 2022.

Volume de água (ml x peso do papel seco)	Condição de maturação	%G	TMG (dias)	IVG
--	--------------------------	----	---------------	-----

1,5	MADURA	61 a	4,80 a	4,85 a
2		60 a	5,17 a	4,61 a
2,5		74 a	4,97 a	5,53 a
3,0		57 a	6,23 a	3,27 a
1,5	IMATURA	6 b	5,08 a	0,31 b
2		3 b	4,87 a	0,10 b
2,5		14 b	3,72 a	1,16 b
3,0		6 b	10,62 a	0,23 b
CV (%)		33,70	60,35	41,79

Autora, 2022.

Nota:

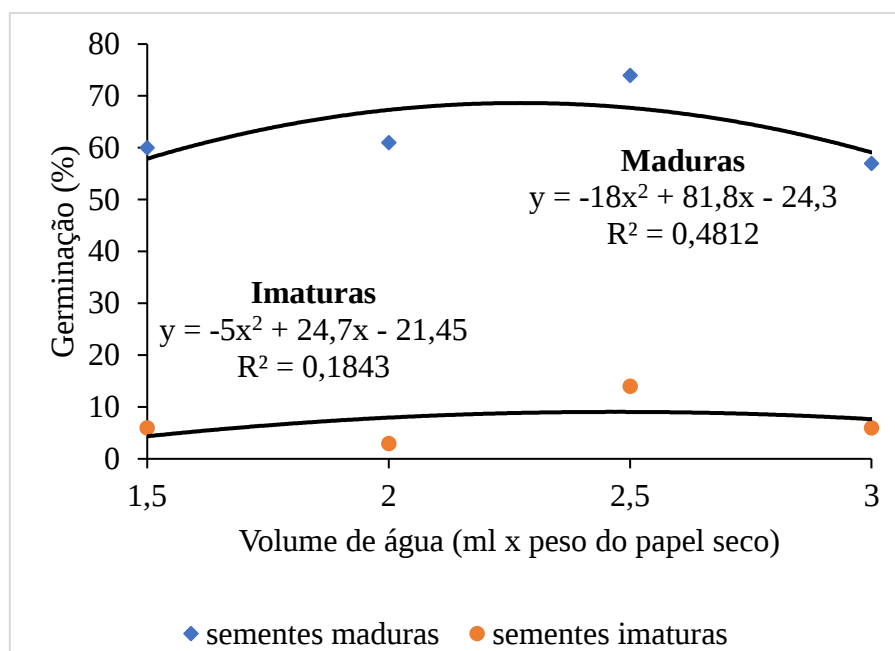
Letras iguais (coluna) indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A redução na germinação, quando as sementes foram submetidas ao maior volume de água, confirma o que fora dito por Silva *et al.* (2020), que o excesso de umidade, em geral, pode provocar decréscimo na germinação, devido ao impedimento da penetração do oxigênio reduzindo todo o processo metabólico.

A água é o fator que exerce determinante influência no processo de germinação de sementes. Ao absorver água, os cotilédones da semente aumentam de volume o que provoca o rompimento do tegumento, facilitando a penetração do oxigênio e permitindo emergência do eixo hipocótilo-radicular e demais estruturas internas da semente (BORGES *et al.*, 2009). Logo, para obter plântulas normais, faz-se necessário que a semente consiga obter a hidratação necessária, dando uma garantia na segurança por meio da padronização nas avaliações de diferentes lotes de sementes.

Portanto, a umidade no substrato é um fator essencial para desencadear o processo de germinação. Com isso, pode-se dizer que as sementes dependendo da espécie, conseguem germinar com o mínimo de água fornecido, desde que esse mínimo atenda às exigências do metabolismo germinativo da semente, garantindo a retomada e manutenção do metabolismo germinativo.

Figura 10. Regressão da germinação da germinação das sementes de *Euphorbia hyssopifolia* em função da condição de maturação e de diferentes volumes de água (ml x peso do papel) no substrato. Rio Largo, 2022.



Autora, 2022.

4.6 Longevidade das sementes no solo.

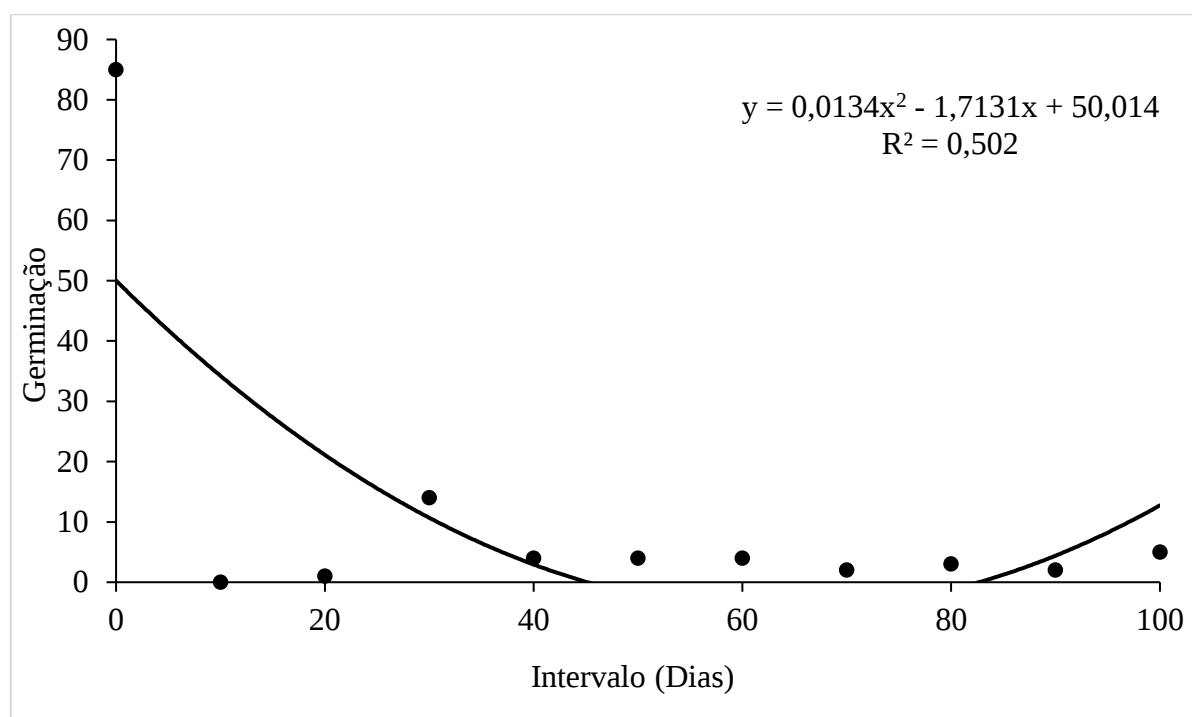
De acordo com os resultados apresentados na Figura 11, constatou-se que com dez dias do enterrio de sementes de *Euphobia hyssopifolia*, houve redução significativa da porcentagem de germinação, evidenciando que tais sementes, apresentam vida curta em condições de campo. Esse tempo curto de vida, dar-se provavelmente devido as mesmas não apresentarem dormência, condição essencial para permanecerem viáveis, por longos períodos, no banco de sementes. Constatou-se que apesar dessa redução da viabilidade, observou-se que uma fração de sementes permaneceu viável durante o período observado (100 dias), compondo um pequeno reservatório de sementes viáveis no banco. Tais resultados indicam que algumas das sementes podem apresentar uma dormência, ainda que em baixo grau ou intensidade, o que explica sua germinação ao longo do tempo. Esta estratégia pode ser também observada nos resultados apresentados na Tabela 5, onde observou que parte das sementes (em torno de 30%) permaneceram intactas, sem germinar, quando expostas as melhores condições de germinação.

A dormência, segundo Vasconcelos *et al.* (2012), é um dos mais importantes mecanismos indiretos de dispersão e sobrevivência das plantas daninhas, por permitir às mesmas, sobreviverem em condições adversas. Como a dormência não é igual para todas as sementes, há um escalonamento na germinação, permitindo a essas plantas sua distribuição ao longo do tempo. Assim, a dormência pode se apresentar sob diferentes causas (tegumentar, fisiológica, química, embrionária) a depender da espécie, e dentro de

uma dessas causas, variar conforme a intensidade ou grau, fenômeno este conhecido por polimorfismo ou heteromorfismo, sendo frequentemente encontrado em sementes de plantas que crescem em habitats com frequentes mudanças nas condições ambientais, sendo considerado uma adaptação à ambientes temporalmente heterogêneos (GUTERMANN, 1993), possuindo valor significativo para a compreensão dos mecanismos de adaptação a habitat e evolução das estratégias de história de vida das plantas (BASKIN E BASKIN, 1998).

A distribuição da dormência em diferentes graus ou intensidades (polimorfismo), segundo Yan *et al.* (2007), pode ser causada pelo fenótipo materno e ou condições ambientais, de modo que apenas uma parte das sementes germine a qualquer momento, mesmo estando as sementes em condições ideais para a germinação.

Figura 11. Porcentagem de germinação de sementes maduras de *Euphorbia hyssopifolia* sob efeito do enterrio em solo. Rio Largo, 2023.



Autora, 2023.

A longevidade das sementes no solo, torna-se variável de acordo com a espécie, profundidade, tipo de solo e condição climática, como visto em um trabalho realizado por Asgapour *et al.* (2020) com sementes de *Euphorbia manchada* (*Chamaesyce maculata*) e *Euphorbia heterophylla* que apresentaram resultados distintos após serem enterradas a

10 cm de profundidade de semeadura em solo. Os autores observaram que as sementes da primeira espécie mantiveram a sua viabilidade acima de 95% depois de um ano, enquanto que as sementes da segunda espécie perderam completamente a viabilidade após serem retiradas do solo trinta dias após o início do experimento.

A presença de sementes viáveis no solo, determina a direção de sucessões e como observado neste presente estudo, com o passar do tempo (dias), as sementes mantiveram sua viabilidade baixa, o que também pode ser observado na variação do comprimento das plântulas (Tabela 17).

Tabela 17 - Teor de umidade (U%), comprimento total de plântulas (CTP), massa secas das plântulas (MSP) em função das sementes de *Euphorbia hyssopifolia*. Rio Largo, 2023.

Dias	Condição de Maturação	U (%)	(CTP) cm.pl. ⁻¹	MSP (mg)
10	MADURA	51,13	0	0
20		81,05	2	0,0001
30		15,59	23,2	0,019
40		47,21	14	0,013
50		36,13	3,1	0,004
60		41,45	17,2	0,0034
70		59,61	5,1	0,007
80		6,12	6,7	0,001
90		9,89	5,8	0,007
100		12,19	12	0,009
Médias		36,04	8,91	0,0063

Autora, 2023.

4.7 Longevidade da semente em água.

No período em que as sementes ficaram submersas em água, não foram observadas nenhuma germinação. Após retiradas a cada dez dias, houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) para os diferentes tempos de submersão em água, em relação ao número de sementes germinadas (Tabela 18).

Tabela 18 - Análise de variância da germinação das sementes de *Euphorbia hyssopifolia* sob efeito de submersão em água. Rio Largo, 2023.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	2080	520	34,82 **
Resíduos	15	224	14,93	
Total	19	2304		
CV %	48,30			

Autora, 2023.

Nota:

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

Após os primeiros 10 dias, constatou-se decréscimo acentuado na germinabilidade comparada as sementes não submersas (testemunha), evidenciadas pela curva da regressão que assumiu uma tendencia linear invertida (Figura 12) e também pelo aspecto deteriorado das sementes que não germinaram ao final de cada período de submersão.

Aos 10 dias de submersão, foi retirada uma amostra para avaliar o vigor das sementes, por meio do teste de germinação. Observa-se, que no primeiro período avaliado, ocorreu uma germinação inferior a testemunha (dia 0). Tais resultados indicam que em condições de alagamento do solo, as sementes desta espécie além de não germinarem, apresentam tempo de vida curto.

A germinação de sementes em condições de alagamento é variável em função da espécie, assim algumas podem suportar temporariamente a esta condição (Souza *et al.*, 1999) e outras podem perder rapidamente sua viabilidade devido a injúrias ocasionadas por rápida embebição, ou seja, pela entrada de água, em grande quantidade e rapidez, no interior da semente devido à diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o meio no qual ela se encontra (MARCOS FILHO, 2015). Além da pressão, o excesso de umidade pode provocar a diminuição da germinação, impedindo a entrada de oxigênio (LEÃO *et al.*, 2019), reduzindo o processo metabólico resultante, aumentando a incidência de fungos e a redução da viabilidade.

França Neto *et al.* (2016), explica que fisiologicamente, esse processo resulta em severa degradação dos componentes de membranas celulares e de organelas subcelulares, interagindo com processos oxidativos, resultando em reduções de germinação e do vigor.

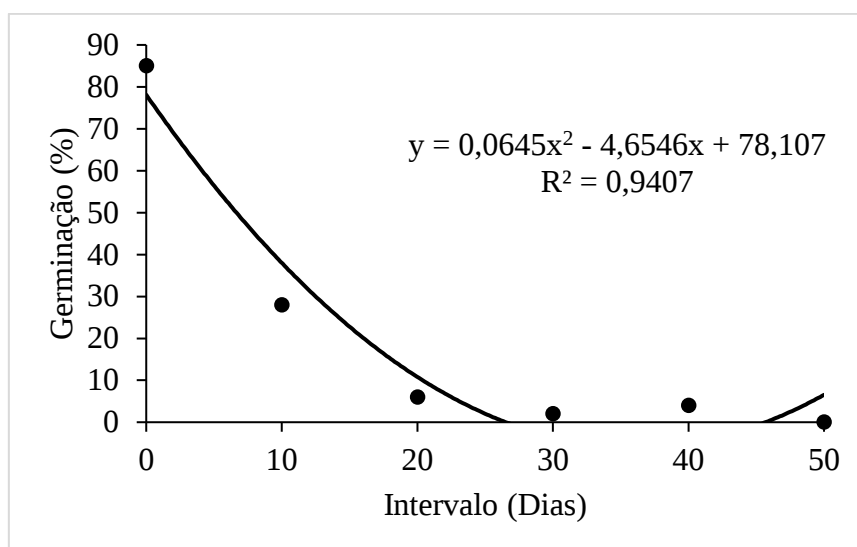
Em um trabalho realizado por Asgapour *et al.* (2020) com intuito de estudar a viabilidade de sementes de *Chamaesyce maculata* e *Euphorbia heterophylla* em função

do período de submersão em água, os autores observaram comportamento distinto para estas espécies, onde as sementes de *Chamaesyce maculata* apesar de não germinarem enquanto imersas na água, mantiveram sua viabilidade semelhante as sementes do tratamento controle (sem inundação) até duas semanas. A partir da terceira semana, iniciou declínio da qualidade fisiológica das sementes até a nona semana, com nulidade da germinação a partir deste período. Já para sementes de *Euphorbia heterophylla* a viabilidade das sementes foi drasticamente afetada já nos primeiros seis dias de submersão, ocasionando a morte das sementes, indicando a incapacidade de estas permanecerem viáveis em uma condição de alagamento do solo. Já com sementes de *Hordeum vulgare* L, Waskow *et al.* (2022) observaram que após o período de 48 horas de alagamento, ocorreu danos estruturais nas plântulas, afetando o comprimento da parte aérea em todas as cultivares estudadas.

A capacidade de sementes de espécies daninhas manterem-se viáveis em condições de alagamento do solo, aumentam as chances de infestação de outras áreas usando a água de irrigação como importante veículo de dispersão das mesmas (Asgapour *et al.*, 2015), a exemplo de um trabalho realizado em 1978 por Vem descrevendo uma lista de 82 espécies de daninhas, onde destas, 27 espécies mantiveram suas sementes viáveis após serem armazenadas em água doce por 60 meses, as demais não resistiram a esta condição.

Em estudo do banco de sementes e a vegetação de campo inundável no Pantanal, Souza (2014), relata que a *Euphorbia hyssopifolia* apresentou características persistente a esta condição adversa, chegando a obter uma acumulação de sementes correspondente à 83,4% na estação chuvosa e de 100% em estação de seca, sendo essa espécie uma das que apresentaram alta frequência e densidade no banco. A presença do banco de sementes persistentes, pode ocasionar maior resiliência ao ambiente, tornando a distribuição mais homogênea entre as áreas do que a vegetação. Porém, as espécies presentes no banco de sementes, possuem características diferentes de germinação, crescimento e desenvolvimento à variabilidade ambiental, o que faz com que uma parte dessas sementes depositadas em bancos não consigam germinar, ou germinam e precocemente podem sofrer injúrias e morrem, e outras excluídas por competição, que para sobreviverem, precisam ter alta capacidade competitiva, a qual ajudará a atingir a fase adulta e com isso adaptação ao ambiente em questão (THOMAZ *et al.*, 2007; LEYER *et al.*, 2006; JULITA, 2003).

Tabela 18: Efeito de submersão em água em sementes de *Euphorbia hyssopifolia*, avaliadas a cada dez dias. Rio Largo, 2023.



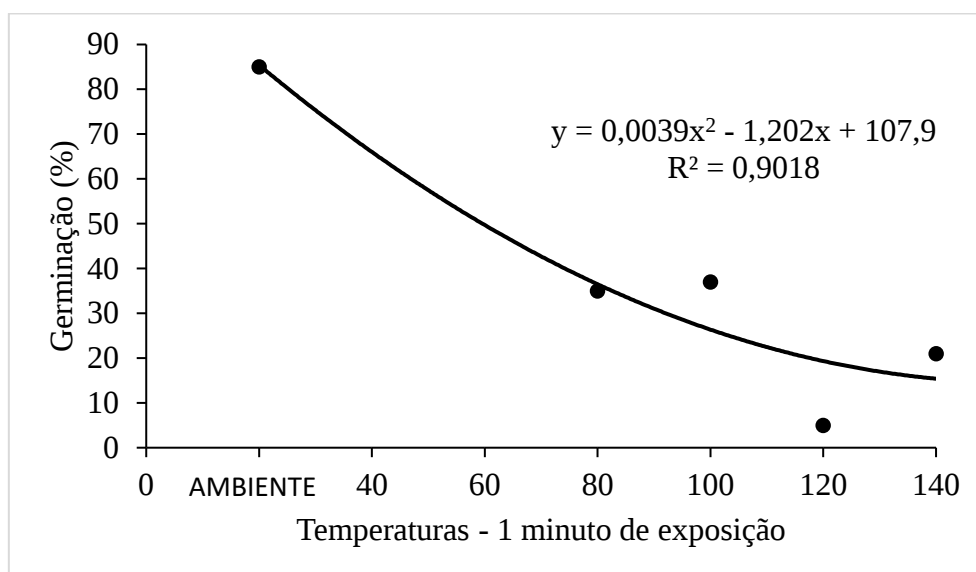
Autora, 2023.

4.8 Longevidade da semente em altas temperaturas.

A exposição das sementes a altas temperaturas proporcionou declínio acentuado na viabilidade das mesmas, nos dois tempos avaliados (um e cinco minutos), quando comparado com as sementes que não foram submetidas a temperaturas elevada, indicando que sementes desta espécie é altamente suscetível a temperaturas drásticas, possivelmente não resistindo a uma temperatura elevada decorrente de uma queimada da vegetação (Figuras 13 e 14).

A persistência da semente, viável, no solo após sofrerem estresses ocasionados por fatores como temperaturas elevadas, umidade, inundação, dentre outras, é uma característica variável de espécie para espécie, como visto por exemplo nos trabalhos realizados por Asgapour *et al.* (2020) após submeteram sementes de *Chamaesyce maculata* e *Euphorbia heterophylla* a diferentes temperaturas altas, simulando um possível efeito de uma queimada no campo. Os autores observaram que para a primeira espécie, o declínio na viabilidade só foi evidenciado após um minuto a partir da temperatura de 140°C e quando aumentou esse tempo para cinco minutos, a temperatura de 120°C foi letal para as sementes. Por sua vez, as sementes da segunda espécie já apresentaram declínio significativo em sua viabilidade após 80°C, nos dois tempos estudados, evidenciando maior suscetibilidade destas a um provável aquecimento ocasionado pelo fogo.

Figura 13. Efeito da exposição de 1 minuto em diferentes temperaturas na germinação de *Euphorbia hyssopifolia*. Rio Largo, 2023.

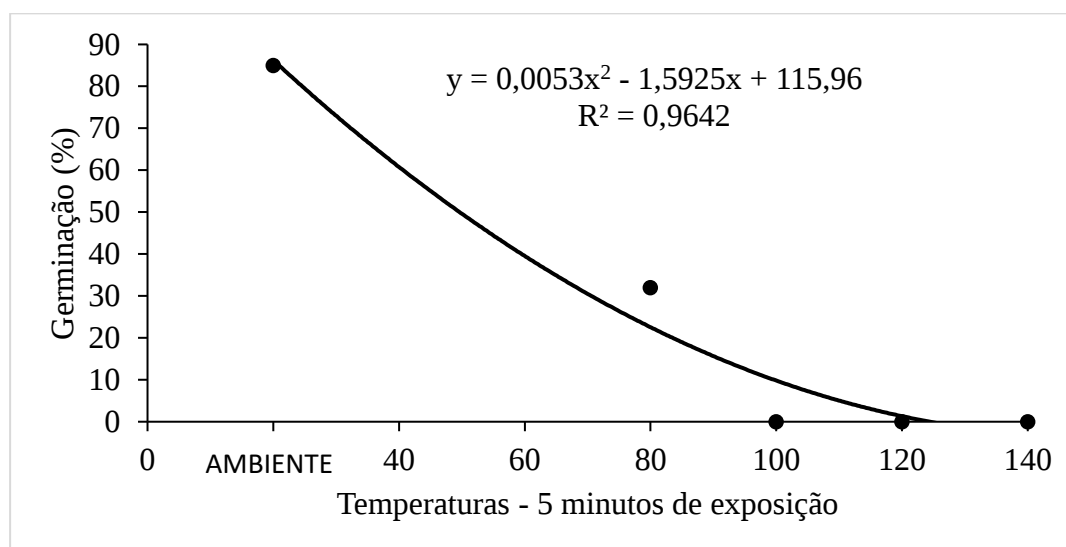


Autora, 2023.

Esses resultados, mostram que esta espécie no tempo de 1 minuto consegue resistir a queimadas.

Portanto, a germinação das sementes pode ser significativamente reduzida após a ocorrência de um incêndio, considerando que a temperatura no solo nesse evento chega a ser superior as que foram estudadas nesse presente trabalho. A redução no número de sementes viáveis com possível impacto negativo deve ser levada em consideração.

Figura 14. Efeito da exposição de 5 minutos em diferentes temperaturas na germinação de *Euphorbia hyssopifolia*. Rio Largo, 2023.



Autora, 2023.

Avaliando também o efeito de altas temperaturas na germinação de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth. E., *Dalbergia miscolobium* Benth, Bouchardet *et al.* (2012), estudaram três temperaturas: 80°C, 100°C e 150°C por 2 e 5 minutos, onde concluíram que a exposição das sementes a altas temperaturas ocasionou acentuado declínio na germinabilidade destas.

Diante do que foi exposto, o estudo realizado por autores supracitados, se assemelham com o que foi observado neste presente trabalho, pois, analisando em conjunto a longevidade das sementes em diferentes condições de fatores abióticos, as sementes de *Euphobia hyssopifolia*, não são tolerantes as adversidades ambientais impostas. Perde a sua viabilidade à medida que aumenta o tempo de exposição na submersão em água, do período ao enterrio, no aumento da temperatura e do tempo de exposição às altas temperaturas.

5. CONCLUSÕES

A semente é testal e o embrião é de subdivisão foliolada do tipo espatulado;

A germinação é epígea e a sua plântula é do tipo fanerocotiledonar;

As plântulas não apresentam capacidade de rebrota quando lesionadas;

A maturação das sementes de *Euphorbia hyssopifolia* é desuniforme na planta, havendo comportamento distinto na germinabilidade entre sementes maduras e imaturas.

As temperaturas, constante de 20 °C, e alternada, de 20-30°C, na presença de luz, proporcionam as melhores condições para a germinação das sementes maduras, independente do volume de água.

As sementes imaturas apresentam menor potencial germinativo. No entanto, a parcela de sementes que germina é pouco sensível à luz e à temperatura, dentro dos limites testados.

As sementes de *E. hyssopifolia* perdem rapidamente a viabilidade após enterrio em solo, submersão em água e quando expostas a altas temperaturas ($\geq 80^{\circ}\text{C}$, com exposição ≥ 1 minuto).

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, G. T.; LOPES, H.M.; ROSSETTO, C.A.V.; FILHO, P.G.; SILVA, E. R. Características físicas e estrutura de sementes e morfologia de plântulas de *flemingia macrophylla* (Willd.) Alston. **Revista Brasileira Sementes**. v.34, n.4, p.658-664, 2012.
- ADEGAS, F. S.; GAZEEIRO, D. L. P.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de MENDES, R. R.; RODRIGUES, L. J. *Euphorbia heterophylla*: Um novo caso de resistência ao glifosato no Brasil. Embrapa, **Comunicado Técnico**, n.98, mar. 2020
- ALMEIDA, J. P. N.; LESSA, B. F. T.; PINHEIRO, C.L.; GOMES, F. M.; MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, C. C. Germination and development of *Amburama cearenses* seedlings as influenced by seed weight, light and temperature. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 39, n. 4, p. 525-533, 2017.
- ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A. de.; BRUNO, R. de L. A.; VIEIRA, R. M.; CARDOSO, E. de A. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos. **Revista Ciência Agronômica**: v. 42, n. 2, p. 439-447, 2011.
- AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B., ALBUQUERQUE, M. C. F., & DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.3, p.563-568, 2005.
- ARALDI, R.; VELINI, E.D.; GOMES, G.L.G.C.; CARBONARI, C.A.; ALVES, E.; TRINDADE, M.L.B. Variação do tamanho de sementes de plantas daninhas e sua influência nos padrões de emergência das plântulas. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 117-126, 2013.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. et al. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutumba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.460-465, 2002.
- ARAÚJO NETO, J.C.; FERRO, J.S; ROCHA, F.R.; JUNIOR J.L A.M.; SILVA J.V.; JUNIOR PAVÃO, J. M. S. Germinação e Viabilidade das Sementes de *Caesalpinia pulcherrima* Recém-Colhido e Armazenado. **Journal of Agricultural Science**; v. 11, n. 7; 2019. ISSN 1916-9752

ARAÚJO NETO, J. C.; CAMARA, de A. C.; FERREIRA, V. M.; LESSA, B. F. da T.; OLIVEIRA, Y. de M. Caracterização morfológica, germinação e conservação de sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) SW. (Fabaceae: Caesalpinioidea). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n.4, 2014. ISSN 2287-2299.

ASGARPOUR, R.; GHORBANI R, KHAJEH-HOSSEINI M, GOLZARDI F, ILKAE MN. Seed longevity of *spotted spurge* and *wild poinsettia* under diverse environmental conditions. **Planta Daninha**, v38, 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100002>

ATAÍDE, G.M.; BORGES, E. E. L.; PICOLI, E. A. T.; LEITE FILHO, A. T.; FLORES, A. V. Alterações nas reservas de sementes de *Melamoxylon brauma* Schott. (Fabaceae Caesalpinioideae) durante a germinação em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, Recife. V. 12, n. 3, p. 372-379, 2017.

BARBOZA, A. B. O. Posição das sementes de cultivares de soja no teste de crescimento de plântulas. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p.22, 2021.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and, evolução de dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 2 ed. p. 158, 2014.

BASTIANI M.O.; LAMEGO F.P; NUNES J.P.; MOURA, D. S., WICKERT, R. J., & OLIVEIRA, J. I. Germinação de sementes de capim-arroz submetidas a condições de luz e temperatura. **Planta Daninha**; v. 33, n. 3, p. 395-404, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300002>

BENEDITO, C. P.; RIBEIRO, M. C. C.; TORRES, S.B.; GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, K. J. B. Overcome dormancy, temperatures and substrates on germination of *Mimosa tenuiflora* Willd seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 125 – 134, 2017.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: **Plenum Press**. 2.ed, p. 445, 1994.

BOLAJI, C. B.; OLOJEDE, A. A.; FAMUREWA, J. O. Morphological and cytological studies of *Euphorbia hyssopifolia* L. and *Euphorbia heterophylla* L. from Ile-Ife, Nigeria A.O. **Nigerian Journal of Genetics**. v. 28, p.15-18, 2015

BOUCHARDET, D. DE A.; RIBEIRO, I. M., SOUSA, N. DE A. DE., AIRES, S. S., & MIRANDA, H. S. Efeito de altas temperaturas na germinação de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth. E *Dalbergia miscolobium* Benth. **Revista Árvore**, v. 39, n.3, jul. 2015.

BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R.; CHAMMA, H.M.C.P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.225-232, 2008.

BRASIL. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. – Brasília: Mapa/ACS. 2009

BRIGHENTI, A.M., VOLL, E., GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, v. 21 n. 2, 2010.

CARVALHO S. J. P. de; CHRISTOFFOLETI P. J. Influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Áreas Básicas**. Bragantia, Campinas, v.66, n.4, p.527-533, 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 4. ed., p.588.2000

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 4 ed., p.424, 2000.

CORDEIRO, I. et al., **Euphorbiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB113>>. Acesso em: 27 out. 2022.

COSMO, N. L.; GOGOSZ, A. M.; REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S. Morfologia de fruto, semente e plântula, e germinação de sementes de *Myceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand (Myrtaceae). **Revista Floresta**, Curitiba, v.47, n.4, p.479-488. 2017

DE CARVALHO G.; MARIA E.; MEDEIROS F.; SEBASTIÃO, G. M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **CERNE [en linea]**. 12(4), p.322-328. 2006. ISSN: 0104-7760

FELIX, F.C.; OLIVEIRA, F.N.; FREITAS, N.W.N. DE; FREITAS, R. M. O. DE.; JILANI, I. B. H.; TORRES, S. B. Seed characterization and germination morpho-

physiology of *Simira gardneriana* (Rubiaceae). **Journal of Seed Science**, v.43, p.1-11, 2021.

FERNANDES, D. O. Controle químico e cultural de *Chamaesyce hirta* em milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria spectabilis*. **Trabalho de conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 46f, 2018.

FERREIRA, D. S., VICENTE, S.I., ARAUJO, N.J., SOUZA, R., FERREIRA, V. Germinação de três Euphorbiaceae influenciada pela luz e níveis de palhada. **Revista agr@ambiente on-line**. 11. 215. 10.18227/1982-8470ragro.v11i3.3852. 2017.

FERREIRA, D. S., VICENTE, S.I., ENDRES, L., SOUZA, R., FERREIRA, V. Análise de crescimento de espécies daninhas do gênero *Euphorbia*. **Revista agr@ambiente on-line** 11. 145. 10.18227/1982-8470ragro. V.11, n.2, 2017.

FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental Aplicada as Ciências Agrárias**. Viçosa, MG: UFV, 2018. ed 1ª. 588p.

FERRO, J.S; ROCHA, F.R. JUNIOR, J.L A.M. et al. Germination and Viability of Seeds of *Caesalpinia pulcherrima* Newly Harvested and Stored. **Journal of Agricultural Science**. v. 11, n.7, p.73-85, 2019.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P. de; LORINI, I.; HENNING, F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa 2016.

FREITAS, N. M. de; SILVA, V. F. V.; TEIXEIRA, C. A. S.; FERREIRA, L. A. I.; PADOVESE, L. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de. Light, temperature and sowing depth on germination of garden spurge. **Ciência Rural**. 51. 10.1590/0103-8478cr20200764. 2021.

GALINDO E. A, ALVES E. U, SILVA K. B, BARROZO L. M, MOURA S. S. S. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes temperaturas e regimes de luz. **Rev Cienc Agron**.V.43, n. 1, p.138-45, 2012

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N. L. de. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608. 2004.

- HILHORST, H. W. M.; KARSSSEN, C. M. Dual effects of light on the gibberelin and nitrate-stimulated seed germination of *Sisymbrium officinale* and *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v. 86, n. 3, p. 591-597, 1988
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. & DONOGHUE, M. J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3ª ed. Artmed, Porto Alegre. 612p. 2009
- JULITA, H.M. Germination in Baltic coastal wetland meadows: similarities and differences between vegetation and seed bank. **Plant Ecology**, v. 166, p. 275-293, 2003.
- JUSSIEU A. L. DE *Euphorbiacearum Generibus Medicisque Earumdem Tentamen* Paris: Didot; 1824.
- KLEIN, A. L.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26. p. 955-966, 1991.
- KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A.; SALGADO, T.P.; PAVANI, M.C.M.D. Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v.26, p.735- 744, 2008.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington, 1983.
- LEÃO, N., CAMPOS, M. V., FELIPE, S. H., & SHIMIZU, E. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de pau-preto (*Cenostigma tocantinum* DUCKE). **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, 2019.
- LEYER, I. Dispersal, diversity and distribution patterns in pioneer vegetation: The role of river-floodplain connectivity. **J. veg. Sci.** n.17, p. 407-416, 2006.
- LIN, J.; SHAO, S.; WANG, Y.; QI, M.; LIN, L.; WANG, Y.; YAN, X. Germination responses of the halophyte *Chloris virgata* to temperature and reduced water potential caused by salinity, alkalinity and drought stress. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 3, p. 507–514, 2016.
- LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Aspectos térmico-biológicos da germinação de sementes de cornichão anual sob diferentes temperaturas. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.10, p.2091-2096, 2011.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 544, 2000.

MAGUIRE, J.D. Speed germination aid in selection and evaluation for seedling vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, p. 495, 2005.

MELO JR., J. L. A.; MELO, L.D. F.; FERREIRA, V.M.; ARAÚJO NETO, J.C.; SILVA, C. B.; DAS NEVES, M. I. S.R. Thermal-Biological Aspects of Seed Germination of *Colubrina glandulosa* Perkins Under Different Temperatures. **Journal of Agricultural Science**; V. 10, N. 6; 2018.

MELO JR., J.L.A, MELO, L.D.F FERREIRA, V.M. et al. Thermal-Biological Aspects of Seed Germination of *Colubrina glandulosa* Perkins Under Different Temperatures. **Journal of Agricultural Science**; vl. 10, n. 6; 2018.

MINCHINTON T.E; SIMPSON J.C; BERTNESS M.D. Mechanisms of exclusion of native coastal marsh plants by an invasive grass. **Journal of Ecology**, v. 94, p.342-54, 2006.

MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. Cultivo de verão. Campinas – SP, 2010.

NEVES, M.I.R.S.; ARAÚJO NETO, J.C.; FERREIRA, V.M. et al. Morphometric Characterization and Seed Dormancy Overcoming of *Sapindus saponaria* L. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n. 7; p. 1916-9752, 2018.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: UFPR, p. 403, 2012.

ORZARI, I.; MONQUERO, P.A.; REIS, F.C.; SABBAG, R.S.; HIRATA, A.C.S. Germination of *Convolvulaceae* family species under different light and temperature conditions and sowing depth. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.

- PAIVA, E. P. de.; TORRES, S. B.; MORAIS, J. R. de O., SÁ, F. V. da S.; LEITE, M. DE S. (2019). Germination of chia seeds in different substrates and water volumes. **Revista Caatinga**, v.3, n.1, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n127rc>
- PAULILO, M. T. S.; VIANA, A. M., RANDI, A. M. **Fisiologia vegetal**. Florianópolis: Universidade de Santa Catarina. p. 182, 2015.
- PEREIRA, F. E. C. B.; MEDEIROS FILHO, S.; TORRES, S. B.; MARTINS, C. C.; BRITO, S. F. de. Saline stress and temperatures on germination and vigor of *Piptadenia moniliformis* Benth. Seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 7, p. 649–653, 2016.
- PESSÔA, U. C. M. DE OLIVEIRA, K. J. A. DOS SANTOS SOUZA, A. DA SILVEIRA MUNIZ, R. V DE ARAÚJO NETO, A. G.; PIMENTA, T. A. Desempenho fisiológicos e crescimento do feijão-caupi, sob manejos de plantas daninhas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V.12, n.2, p. 246-250, 2017.
- REGO S.S.; SILVA, A.J.C.; BRONDANI, G.E.; GRISI, F.A.; NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y.S. Caracterização morfológica do fruto, semente e germinação de *Duranta vestita* Cham. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Biociências** 5: p.474-476. 2007.
- RIGOLI, R. P. AGOSTINETTO, D. SCHAEGLER, C. E. DAL MAGRO, T., TIRONI, S. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v.26, n.1, p. 93-100. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000100010>.
- SANTOS, F.S.; MARINS, E.F.C.; CORREIA, et al. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Euphorbia hyssopifolia* Lam. in: SILVA, I.C.S.; MELO, L.D.F.A.; MELO JÚNIOR, J.L.A. (organizadores). **Sementes: análise, tecnologia e propagação**. ed. ATENAS, Ponta grossa, 2022.
- SANTOS, S. R. G.; DE OLIVEIRA, R. S. S. F.; SILVA, S. D. de S. R. Germinação de sementes de *Mabea fistulifera* em diferentes substratos e temperaturas. **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2022. DOI: 10.36560/15320221515.
- SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Competição entre plantas daninhas e culturas. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.17-61. 2007.

SILVA, A., V. EVELYN COSTA GONÇALVES, C. AGUEIRO DE CARVALHO, R. SILVA DE BRITO, M. CHAVES DA SILVA, E R. ALMEIDA ANDRADE. “Influência e diferentes níveis e umidade ara germinação e cedro (*Cedrela issilis*)”. **9º congresso florestal brasileiro**, vol. 1, nº 1, p. 582-5, 2022. doi:10.55592/CFB.2022.9027978

SILVA, D., FARIAS, S., OLIVEIRA, C., SOUSA, M., & SILVA, R. “Umedecimento Do Substrato Na Germinação e Vigor De Sementes De Albizia Niopoides Benth.” **Revista Verde De Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 397–403, 2017.

SILVA, G. A.; PACHECO, M.V.; LUZ, M. N.; NONATO, E. R. L.; DELFINO, R. C. H.; PEREIRA, C. T. Fatores ambientais na germinação de sementes e mecanismos de defesa para garantir sua perpetuação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1-8, 2020

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, P. V.; GONÇALVES, E. P. Morfologia de frutos, sementes, plântula e plantas de *Erythrina* velutina Willd. Leguminosae – Papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008.

SILVA, O. L.M. Estudo taxonômico de Euphorbia L. (*Euphorbiaceae*) no Estado de São Paulo. **Dissertação** (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, p. 162, 2014.

SILVA, S. I. Potencial oleaginoso da flora brasileira: Estado atual do conhecimento. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: SBB/UFRPE, p.234-237, 2017.

SOUZA V.C, LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**, baseado em APG II. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum; 2008.

SOUZA, C. L. M. DE., SOUZA, M. O. DE., OLIVEIRA, M. F. DE., OLIVEIRA, L. M. DE., & PELACANI, C. R. Morfologia de sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Physalis angulata* L. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.4, 2010. Doi 0.1590/S0102-33062010000400023

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**, baseado em APG III. 3ª ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2012.

STAWSKA M, ORACZ K. PhyB and HY5 are involved in the blue light-mediated alleviation of dormancy of Arabidopsis seeds possibly via the modulation of expression of genes related to light, GA, and ABA. **International journal of molecular sciences** v.20, p.5882, 2019.

TAKAHASHI, C.N.; NEGRAO, B. W.; FIRMANI, J.F.; DE OLIVEIRA, G. M. P; DALAZEN, G. Emergência e Crescimento Inicial de Vassourinha-de-Botão em Diferentes Profundidades de Semeadura e Texturas de Solo. **Ensaio e Ciência**. v. 26, n. 3. 2022. DOI 10.17921/1415-6938.2022v26n3p314-327

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.13, p.103- 107, 2001.

TANVEER, A.; KHALIQ, A.; JAVAID, M. M.; CHAUDHRY, M. N.; AWAN, I. Implications of weeds of genus euphorbia for crop production: a review. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 723-731, 2013.

THAKUR, H. A.; PATIL D. A. Taxonomic and Phylogenetic Assessment of the Euphorbiaceae: A Review. **Journal of Experimental Sciences** v. 2, n. 3, p. 37-46, 2011.

THOMAZ, S.M.; BINI, L. M.; BOZELLI, R.L. Floods increase similar among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, v.579, p. 1-13, 2007.

VALADATILDE, D. SANTOS, J. B. CARVALHO, F. P. SILVA, E. B. SEBASTIATILDE, J., CONCENCCEDIL, G. Competitive capacity of cassava with weeds: Implications on accumulation of dry matter. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, n.6, p.525-531, 2013.

VARELA, V. P.; RAMOS, M. B. P., MELO, M. F. F. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.130-135, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000200019>

VIDAL, R. A.; SPADER, V.; FLECK, N. G.; MEROTTO JR, A. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Planta Daninha**, v.22 n. 1, p. 63-69. 2004. doi.org/10.1590/S0100-83582004000100008.

WASKOW, J.T.; POLLNOW, H. E.; ROLIM, J. M.; PEDO, T.; AUMONDE, E. G. M.; AUMONDE, T.Z. Crescimento inicial de Cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função do alagamento do solo. **8º semana integrada UFPEL. XXXI CIC – congresso de iniciação científica**, Pelotas. 2022