

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE CHICÓRIA DA AMAZÔNIA**

Isabelle Caroline Bailosa do Rosário
Engenheira Agrônoma

2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE CHICÓRIA DA AMAZÔNIA**

**Discente: Isabelle Caroline Bailosa do Rosário
Orientadora: Prof(a) Dr(a) Cibele Chalita Martins
Coorientadora: Prof(a) Dr(a) Rafaelle Fazzi Gomes**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2024

R789p

Rosário, Isabelle Caroline Bailosa do

Produção e qualidade fisiológica de sementes de chicória da
Amazônia / Isabelle Caroline Bailosa do Rosário. -- Jaboticabal, 2024
42 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Cibele Chalita Martins

Coorientadora: Rafaelle Fazzi Gomes

1. *Eryngium foetidum* L. 2. Irrigação. 3. Ordem da umbela. 4.
Sementes duras. 5. Escarificação química. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CHICÓRIA DA AMAZÔNIA

AUTORA: ISABELLE CAROLINE BAILOSA DO ROSÁRIO

ORIENTADORA: CIBELE CHALITA MARTINS

COORDINADORA: RAFAELLE FAZZI GOMES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Produção Vegetal), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. CIBELE CHALITA MARTINS (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / FCAV UNESP Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
CIBELE CHALITA MARTINS
Data: 30/07/2024 14:55:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. GIVANILDO ZILDO DA SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia / Universidade de Rio Verde (UniRV) - Rio Verde/GO



Documento assinado digitalmente
GIVANILDO ZILDO DA SILVA
Data: 30/07/2024 16:14:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. TATIANE SANCHES JEROMINI (Participação Virtual)
Ceres Seeds - Armazéns Gerais / Antonio João/MS



Documento assinado digitalmente
TATIANE SANCHES JEROMINI
Data: 30/07/2024 16:53:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jaboticabal, 30 de julho de 2024

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Isabelle Caroline Bailosa do Rosário – Nascida em 30 de abril de 1999, natural de Bragança – PA, filha de Nilda Maria do Rosário Bailosa e Antônio Wellisson Peinado do Rosário. Iniciou o curso de Agronomia em maio de 2017 na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no Câmpus de Capanema – PA. De agosto de 2018 a julho de 2019, foi voluntária no Programa de Iniciação Científica (PIVIC/UFRA), orientada pelo Prof. Dr. Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior. De agosto de 2019 a julho de 2022, foi integrante do Grupo de Estudos em Olericultura da Amazônia (GEOA), voluntária no PIVIC/UFRA por um ano (agosto de 2019 a julho de 2020) e bolsista de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) por dois anos (agosto de 2020 a julho de 2022), orientada pela Profa. Dra. Rafaelle Fazzi Gomes. Realizou estágio curricular obrigatório no Laboratório de Nematologia na FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares, durante o mês de fevereiro de 2020, e também na empresa Horta da Terra em Santo Antônio do Tauá – PA, entre abril e julho de 2022. Graduou-se Engenheira Agrônoma em agosto de 2022, e no mesmo ano ingressou no Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Cibele Chalita Martins. Em maio de 2024, iniciou MBA em Agronegócios pela USP/Esalq.

Aos meus pais,
Nilda Maria do Rosário Bailosa e
Antônio Wellisson Peinado do Rosário

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Nilda Maria do Rosário Bailosa e Antônio Wellisson Peinado do Rosário, por entenderem e apoiarem os meus sonhos e pelo amor incondicional e companheirismo, mesmo distantes.

Agradeço ao meu namorado, Lucas Freitas Fogaça de Aguiar, pelo carinho e apoio, sem você a jornada teria sido mais difícil. Também agradeço a sua família, principalmente a Andréa Aparecida Freitas Fogaça de Aguiar e Marcelo Fogaça de Aguiar, pelo acolhimento.

Agradeço a minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cibele Chalita Martins, pelos ensinamentos, confiança e disponibilidade. Também agradeço a minha coorientadora, Prof.^a Dr.^a Rafaele Fazzi Gomes, pela amizade e também pela disponibilidade em me ajudar.

Agradeço as minhas amigas, em especial a Alexsandra Maciel, Aline Dell Passo Jeane Leite, Lara Gragnanello e Laura Pedrosa pelo companheirismo, carinho e apoio. E aos integrantes da República Antro do HV, por serem uma família durante os dois anos de curso.

Agradeço as colegas do Laboratório de Análise de Sementes da FCAV/UNESP, Ana Júlia Santos, Giovanna de Castro, Josivania Soares, Maria Eduarda Barboza, Maria Eduarda Rossi e Rafaela Pimenta, pela ajuda na instalação e condução dos experimentos, e também por tornarem a jornada acadêmica mais agradável e divertida.

Agradeço a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP de Jaboticabal e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela oportunidade e estrutura fornecida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO	Páginas
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Chicória da Amazônia: importância socioeconômica.....	3
2.2 Chicória da Amazônia: características gerais e botânicas.....	4
2.3 Dormência de sementes	5
2.4 Manejo da irrigação e influência na qualidade fisiológica de sementes ..	7
REFERÊNCIAS.....	8
CAPÍTULO 2 – Manejo da irrigação e ordens das umbelas na produção e qualidade de sementes de chicória da Amazônia	11
RESUMO.....	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 3 – Métodos de superação de dormência de sementes de chicória da Amazônia	32
RESUMO.....	32
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	40
CAPÍTULO 4 – Considerações finais	42

PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CHICÓRIA DA AMAZÔNIA

RESUMO: *Eryngium foetidum* é uma hortaliça do grupo das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) que apresenta para produção e qualidade de sementes, ausência de informações para o manejo da planta durante a fase reprodutiva e presença de dormência nas sementes. Foram realizados dois experimentos com objetivos de: (I) avaliar manejo de irrigação durante o florescimento das plantas e a colheita de sementes de diferentes ordens de umbelas na produção e qualidade das sementes; e (II) identificar métodos eficazes para superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *E. foetidum* L. O primeiro experimento, foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, com cinco ordens de umbelas (1^a, 2^a, 3^a, 4^a e 5^a ordem) e quatro manejos de irrigação (0, 2, 4 e 6 dias). Foram avaliados: peso de mil sementes, número e produção de sementes por planta, primeira contagem, germinação, sementes duras, índice de velocidade e tempo médio de germinação, frequência relativa de germinação, emergência e comprimento das plântulas em areia. O segundo experimento, foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes – FCAV/UNESP, em delineamento inteiramente casualizado. Aplicou-se os seguintes tratamentos nas sementes: a) controle; b) H₂O 24 ± 2 °C; c) H₂O quente; d) Escarificação mecânica com lixa; e) Escarificação química em H₂SO₄ por 1, 2 e 3 minutos. Foram avaliadas: germinação, sementes mortas e duras, plântulas anormais, índice de velocidade de germinação, primeira contagem e tempo médio de germinação. Em ambos os experimentos, os dados foram submetidos ao teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05). Assim, conclui-se que para a obtenção de maior produção e qualidade fisiológica de sementes de *E. foetidum*, estas devem ser produzidas em condição de irrigação em intervalo de 4 dias e a colheita realizada da 1^a a 5^a ordem da umbela. Além disso, a escarificação com H₂SO₄ por 1 minuto, pode ser utilizada para a superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *E. foetidum*.

Palavras-chave: *Eryngium foetidum* L., irrigação, ordem da umbela, sementes duras, escarificação química.

PRODUCTION AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF AMAZON CHICORY SEEDS

ABSTRACT: *Eryngium foetidum* is a vegetable from the group of Non-Conventional Food Plants (PANCs), which lacks information regarding plant management during the reproductive phase for seed production and quality and presents seed dormancy. Two experiments were conducted with the objectives of: (I) evaluating the adoption of irrigation regimes during plant flowering and the harvesting of seeds from different umbel orders on seed production and quality; and (II) identifying effective methods to overcome dormancy and promote the germination of *E. foetidum* L. seeds. The first experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, in a 5 x 4 factorial scheme, with five orders of umbels (1st, 2nd, 3rd, 4th, and 5th order) and four irrigation management regimes (0, 2, 4, and 6 days). The following variables were evaluated: weight of a thousand seeds, number and production of seeds per plant, first count, germination, hard seeds, germination speed index and average germination time, relative germination frequency, seedling emergence, and seedling length in sand. The second experiment was conducted at the Seed Analysis Laboratory – FCAV/UNESP, in a completely randomized design. The following treatments were applied to the seeds: a) control; b) H₂O at 24 ± 2°C; c) hot water; d) mechanical scarification with sandpaper; and e) chemical scarification in H₂SO₄ for 1, 2, and 3 minutes. The following were evaluated: germination, dead and hard seeds, abnormal seedlings, germination speed index, first count, and average germination time. In both experiments, the data were subjected to an F-test, and the means were compared using Tukey's test ($p < 0.05$). Thus, it was concluded that, to obtain higher physiological quality and seed production of *E. foetidum*, the seeds should be produced under a 4-day irrigation regime, with harvesting from the 1st to the 5th order of umbels. Additionally, scarification with H₂SO₄ for 1 minute can be used to overcome dormancy and promote seed germination of *E. foetidum*.

Keywords: *Eryngium foetidum* L., irrigation, umbel order, hard seeds, chemical scarification.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1 INTRODUÇÃO

A necessidade da conservação da biodiversidade regional e da diversificação de produtos no mercado agrícola proporcionou o aumento do interesse pelas espécies do grupo das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). Uma das hortaliças desse grupo que apresenta potencial econômico é *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae). Essa espécie é utilizada na culinária, principalmente na região norte do Brasil, e no tratamento de doenças, devido a presença de alguns compostos nas suas folhas, caule e raízes.

Trabalhos realizados anteriormente observaram algumas peculiaridades no desenvolvimento desta hortaliça. No estado do Pará, Gomes et al. (2023) verificaram a rusticidade e a alta plasticidade fenotípica da *E. foetidum*, por meio dos seus resultados demonstraram a adaptação das plantas aos diferentes níveis de sombreamento, não havendo diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das características avaliadas. Porém, é importante ressaltar que esse trabalho visava a produção de folhas, principal parte comercializada. Enquanto para a produção e qualidade de sementes, não há estudos até o momento que estejam relacionados com os fatores ambientais, dificultando as recomendações técnicas, especialmente em outras localidades do Brasil.

Por isso, visando a expandir a cadeia produtiva dessa espécie para as demais regiões e a produção de sementes com elevado potencial fisiológico, mais estudos são necessários para compreender o comportamento dessa planta, principalmente quando submetidas aos diferentes fatores ambientais, como a disponibilidade hídrica, uma vez que essa espécie é originária de regiões tropicais, que têm como características alta precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar.

Além disso, Moraes et al. (2021) e Mozumder e Hossai (2013) observaram a desuniformidade de germinação ao longo do tempo e baixas porcentagens de germinação das sementes dessa espécie, proporcionando aumento do período de produção de mudas e conseqüentemente aumento dos custos de produção durante esta fase. Segundo os autores, possivelmente a menor qualidade fisiológica das

sementes de *E. foetidum* é devido a presença de dormência e a desuniformidade do florescimento, proporcionando no momento da colheita sementes em diferentes estágios de maturação.

Portanto, esse trabalho teve como objetivos (I) avaliar o manejo da irrigação durante o florescimento das plantas e a colheita de sementes de diferentes ordens de umbelas na produção e qualidade das sementes; e (II) identificar métodos eficazes para superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *E. foetidum* L.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Chicória da Amazônia: importância socioeconômica

Eryngium foetidum L. (Apiaceae) conhecida no Brasil como chicória da Amazônia, chicória do Pará, coentrão e coentro selvagem (Gomes et al., 2013) e em outros países como culantro, cilantro, acapate, coulante/collant, entre outros (Duke, 2009). Apresenta várias denominações devido ocorrer em diversas regiões tropicais como a América do Norte, Central e Latina, Europa e África do Sul (Rodrigues et al., 2022).

É comercializada por meio de maços individualizados ou juntamente com cebolinha (*Allium* spp.) e coentro (*Coriandrum sativum* L.) (Cardoso e Silva Filho, 1997). Utilizada como condimento no preparo de alimentos, principalmente pratos típicos da região amazônica como “pato no tucupi” e “tacacá” (Gomes et al., 2020). Apresenta forte aroma e sabor, pela presença do aldeído (E)-2-dodecenal (Rodrigues et al., 2022).

Atualmente, os estudos sobre a *E. foetidum* estiveram direcionados ao uso farmacológico, devido à presença de compostos como alcaloides, carotenoides, fenol, flavonoides, taninos, saponinas, ácido ascórbico, ácido cafeico, antocianinas, terpenoides, entre outros, que podem ser utilizados como antibactericidas, antioxidantes, antifúngicos e anti-inflamatórios (Rodrigues et al., 2022). Na medicina tradicional de diversos países como Brasil, Colômbia, Panamá, Peru, China e Equador, a *E. foetidum* é utilizada para o tratamento de infecções, diarreia, problemas estomacais, dor menstrual, doenças respiratórias, entre outros (Rodrigues et al., 2022).

A comercialização das sementes, é realizada especialmente pela troca entre os produtores (Silva et al., 2016). Porém, devido ao crescente interesse das empresas pelas Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), a *E. foetidum* foi registrada no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2018 por duas empresas brasileiras (Brasil, 2023), possibilitando a produção e comercialização de sementes e mudas de chicória da Amazônia.

2.2 Chicória da Amazônia: características gerais e botânicas

Por ser uma planta rústica e semi-domesticada, as características morfológicas podem variar. Gomes et al. (2020) analisaram descritores morfológicos multicategóricos foliares, que resultaram em diferentes classes para o formato do limbo, ápice, base e margem da folha e consistência e margem das brácteas (Figura 1).

Figura 1 – Descritores foliares multicategóricos para *E. foetidum*.

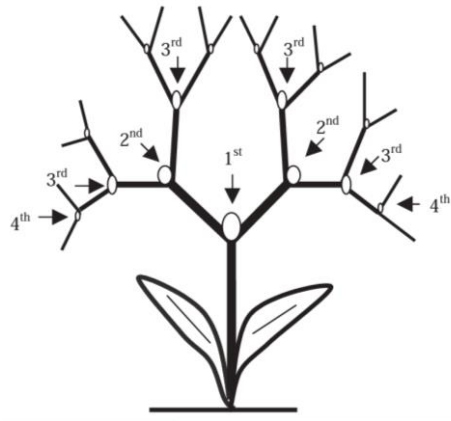
Multi-categorical descriptors	Class	Illustration	Multi-categorical descriptors	Class	Illustration
Limb shape	Lanceolate		Leaf margin	Dentate	
	Spatulate			Serrate	
Leaf apex shape	Rounded		Bract consistency	Membranous	
	Truncate			Coriaceous	
Leaf base shape	Attenuate		Bract margin	Serrate	
	Decurrent			Dentate	

Fonte: Gomes et al. (2020).

Durante o período reprodutivo, a chicória da Amazônia emite hastes com crescimento indeterminado, que emitem inflorescências em cada ramificação (Figura 2), a emissão dessas inflorescências em função do tempo é denominada como ordens de inflorescência (Ekpong e Sukprkarn, 2006). As flores são hermafroditas dispostas

em pequenos e densos capítulos sésseis, cilíndricos ou ovoides e longo-pedunculadas (Cardoso e Silva Filho, 1997).

Figura 2 – Posicionamento das ordens de inflorescência na haste emitida pela chicória da Amazônia.



Fonte: Ekpong e Sukprakarn (2006).

Ekpong e Sukprakarn (2006), realizando estudos com *E. foetidum* e a colheita de sementes da 1ª a 10ª ordem da umbela, observaram a menor produtividade de sementes obtidas da 1ª ordem, devido a emissão de apenas uma inflorescência, enquanto a maior produtividade foi da 7ª e 8ª ordem. Porém, em relação a qualidade das sementes, as maiores porcentagens de germinação foram das sementes colhidas da 1ª a 5ª ordem, variando entre 93,6% e 95,8%, assim como maior índice de velocidade de germinação.

Assim, essas informações sobre a influência das ordens das umbelas na produção e qualidade fisiológica de sementes de *E. foetidum* podem ser utilizadas em novas pesquisas, principalmente quando relacionada a outros fatores como o ambiental, visando compreender a relação que um ou mais fatores externos à planta podem influenciar no desenvolvimento das sementes em cada ordem de umbela.

2.3 Dormência de sementes

Uma semente viável pode não germinar mesmo se as condições ambientais estiverem favoráveis, isso ocorre devido ao fenômeno conhecido como dormência

(Taiz et al., 2017). Segundo Nikolaeva (1977) a dormência pode ser classificada em fisiológica, morfológica, física, química e mecânica. Enquanto Baskin e Baskin (2004), a partir do sistema de classificação de Nikolaeva (1977), classificam a dormência em classes, níveis e tipos, além de excluírem a dormência mecânica e química.

Além disso, a dormência pode ser do tipo primária, desenvolvida durante o processo de maturação, e secundária, desenvolvida após a liberação da semente, sob condições não favoráveis a germinação, nesse caso, podendo ser induzida após a superação da dormência primária ou sem ter sido dormente (Marcos Filho, 2005; Vivian et al., 2008). Os principais fatores ambientais que induzem a dormência durante a formação da semente são a água, temperatura e luminosidade (Marcos Filho, 2005).

Para a superação da dormência, os tratamentos realizados dependem da classificação da dormência. Por exemplo, de acordo com Brasil (2009), os métodos de superação de dormência fisiológica podem ser: armazenamento em locais secos, pré-esfriamento ou aquecimento, aplicação de nitrato de potássio (KNO_3), ácido giberélico e luz; para a dormência física: embebição, escarificação mecânica e química; e para a remoção de substância inibidoras: lavagem prévia.

Em relação a *E. foetidum*, alguns autores observaram a presença de dormência nas sementes, devido as baixas taxas germinativas e a germinação ao longo do tempo (Mozumder e Hossai, 2013; Moraes et al., 2021). Moraes et al. (2021), realizaram um estudo envolvendo aplicação de giberelina (GA_3) com ordens de umbelas (1ª, 2ª e 3ª ordem e mistura das ordens) e observaram que a aplicação de 200 mg dm^{-3} aumentou a porcentagem de germinação nas sementes de *E. foetidum* colhidas da 2ª ordem, porém, o percentual máximo foi apenas de 3,35%. Posteriormente, Rosário et al. (2024) por meio da imersão das sementes de *E. foetidum* em água, observaram a máxima porcentagem de germinação de apenas 39,26% após 26,27 horas de imersão em água. Os autores supõem que a inibição da germinação ocorreu devido a possível presença de compostos como a cumarina, porém, apesar da aplicação dos tratamentos, as taxas germinativas são baixas, sendo necessário mais estudos para entender a causa da dormência dessa espécie.

Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que as espécies originárias da região tropical, como a chicória da Amazônia, podem apresentar dormência física nas sementes, como meio de sobrevivência para controlar a entrada de água. Para que

não ocorra a germinação antes do período ótimo ou nas condições de crescimento e sobrevivência desfavoráveis (Vivian et al., 2008), principalmente durante o período com maior precipitação pluviométrica.

Especificamente sobre a dormência física, uma das causas pontuadas na literatura é a impermeabilidade do tegumento à água, sendo induzida durante o processo de maturação e influenciada pelo ambiente (Marcos Filho, 2005). As sementes com esse tipo de impermeabilidade são conhecidas por sementes duras, pois apresentam um aspecto de recém colocadas para germinar no teste de germinação, devido a não absorção de água por um longo período de tempo, favorecendo a distribuição temporal da germinação (Marcos Filho, 2005; Brasil, 2009), sendo uma característica indesejável para as culturas agrícolas.

2.4 Manejo da irrigação e influência na qualidade fisiológica de sementes

O estresse abiótico pode ocasionar algumas consequências no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta. De acordo com Taiz et al. (2017), sob condições de estresse o crescimento vegetativo pode ser interrompido de maneira prematura, e em seguida iniciar a fase reprodutiva, antes da planta alcançar o tamanho máximo, e conseqüentemente haverá um número menor de folhas e produção de fotossintatos, e assim gerando sementes menores e em menor quantidade.

Os fatores que podem provocar estresse nas plantas e assim influenciar o seu desenvolvimento, a produção e a qualidade das sementes, de acordo com Marcos Filho (2005) são a fertilidade do solo, disponibilidade de água, temperatura, luminosidade e posição da semente na planta. Segundo o autor, especificamente sobre a disponibilidade de água, a deficiência desse fator interfere no crescimento da planta, reduzindo a área foliar e a taxa fotossintética, conseqüentemente a produção de fotoassimilados, aumentando o abortamento ou reduzindo o desenvolvimento das sementes.

Porém, alguns autores observaram a diferença de respostas na produção e qualidade das sementes em função do momento da fase da planta que ocorre a deficiência hídrica. Tavares et al. (2013) verificaram que em soja quando houve a

deficiência hídrica nos estágios iniciais de desenvolvimento da planta, não afetou a qualidade das sementes. Em contrapartida, Marcos Filho (2005) relata que durante o florescimento, a seca prolongada pode gerar menor quantidade de sementes de tamanho reduzido, pois durante esta fase ocorre o maior acúmulo de matéria seca pelas sementes.

Em plantas com desuniformidade de floração, a deficiência hídrica pode proporcionar à indução floral uniforme e conseqüentemente no momento da colheita maior quantidade de frutos e sementes que alcançaram a maturidade fisiológica. Mera et al. (2010), observaram que a suspensão hídrica de 70 e 109 dias no início do florescimento do cafeeiro, aumentou a quantidade de frutos que alcançaram a maturidade em comparação com os frutos imaturos, durante a colheita.

A seca severa pode acelerar a senescência da planta, pois os níveis de alguns hormônios intensificadores da senescência podem aumentar sob condições de estresse ambiental. Segundo Taiz et al. (2017), os níveis do ácido abscísico (ABA) aumentam nas folhas nesse estágio. Conseqüentemente, influenciando na qualidade fisiológica das sementes. Uma vez que, o ABA atua como inibidor da germinação (Marcos Filho, 2005).

REFERÊNCIAS

Baskin JM, Baskin CC (2004). A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, 14:1-16.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2023). **Registro Nacional de Cultivares**. Acesso em: 05/10/2023. Disponível em: <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/index.php>

Brasil (2009) Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 399 p.

Cardoso MO, Silva Filho DF (1997) Chicória (*Eryngium foetidum* L.). In: Cardoso MO. (Org.). **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, p. 121-126.

Duke JA (2009) Duke's hand book of medicinal plants of Latin America. USA: CRC Press, Taylor and Francis. 910 p.

Ekpong B, Sukprakarn S (2006) Harvest stages and umbel order contribution on Eryngo (*Eryngium foetidum* L.) seed yield and quality. **Agriculture and Natural Resources**, 40:273-279.

Gomes RF, Arruda RS, Rosário ICB, Andrade FLN, Mello MN, Santos LS (2023) Amazon chicory: growing at full sunlight or under shade? **Horticultura Brasileira**, 41:1-6.

Gomes RF, Gonçalves VP, Arruda RS, Santos LS (2020) Multicategorical descriptors for creole genotypes of Amazon chicory (*Eryngium foetidum*). **Bragantia**, 38:334-338.

Gomes RF, Silva JP, Gusmão SAL, Souza GT (2013) Produção de chicória da Amazônia cultivada sob densidades de cultivo e poda do pendão flora. **Revista Caatinga**, 26:9-14.

Gomes SEV, Gomes RA, Dantas BF (2023) Climate and seed size of a dry forest species: influence on seed production, physiological quality, and tolerance to abiotic stresses. **Journal of Seed Science**, 45:1-14.

Marcos Filho J (2005) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq. 495 p.

Mera AC, Oliveira CAS, Guerra, AF, Rodrigues GC (2011) Regimes hídricos e doses de fósforo em cafeeiro. **Bragantia**, 70:302-311.

Moraes LF, Andrade FLN, Gomes RF, Santos LS (2021) Could the umbel order selection and GA3 treatment improve seed germination in Amazon chicory species?. **Bragantia**, 80:1-11.

Mozumder SN, Hossain MM (2013) Effect of seed treatment and soaking duration on germination of *Eryngium foetidum* L. seeds. **Internacional Journal of Horticulture**, 3:46-51.

Nikolaeva MG (1977) Factors controlling the seed dormancy pattern. In.: Khan AA. (Ed.) **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North-Holland, p. 51-74.

Rodrigues TLM, Silva MEP, Gurgel ESC, Oliveira M, Lucas FCA (2022) *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae): uma revisão de literatura de usos tradicionais, composição química e atividades farmacológicas. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 14:1-15.

Silva VA, Silva NA, Seabra Júnior S, Borges LS, Souza AM (2016) Levantamento do cultivo do coentrão (*Eryngium foetidum* L.) nas áreas produtoras de Cáceres-MT. **Cultivando o saber**, 9:70 -83.

Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A (2017) *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 858 p.

Tavares LC, Rufino, CA, Brunet AP, Tunes LM, Barros ACSA, Peske ST (2013) Desempenho de sementes de soja sob deficiência hídrica: rendimento e qualidade fisiológica da geração F1. **Ciência Rural**, 43:1357-1363.

Vivian R, Silva AA, Gimenes Júnior M, Fagan EB, Ruiz ST, Labonia V (2008) Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. **Planta Daninha**, 26:695-706.

CAPÍTULO 2 – Manejo da irrigação e ordens das umbelas na produção e qualidade de sementes de chicória da Amazônia

RESUMO: As recomendações para o manejo da produção e qualidade de sementes de *Eryngium foetidum* L. são escassas. Por isso, esse trabalho objetivou avaliar manejo de irrigação durante o florescimento das plantas e a colheita de diferentes ordens de umbelas, na produção e qualidade das sementes de *E. foetidum*. Para isso, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, cinco ordens de umbelas (1^a, 2^a, 3^a, 4^a, e 5^a ordem) e quatro manejos de irrigação (0, 2, 4 e 6 dias). Foram avaliadas as características: peso de mil sementes, número e produção de sementes por planta, primeira contagem, germinação, sementes duras, frequência relativa, índice de velocidade e tempo médio de germinação, emergência em areia e comprimento das plântulas. Após a obtenção dos dados, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Assim, para a obtenção de maior produção qualidade fisiológica de sementes de *E. foetidum*, estas devem ser produzidas em condição de irrigação em intervalo de 4 dias e a colheita realizada da 1^a a 5^a ordem da umbela.

Palavras-chave: *Eryngium foetidum* L., plantas alimentícias não convencionais, germinação, vigor.

CHAPTER 2 – Irrigation management and umbel orders in the production and quality of Amazonian chicory seeds

ABSTRACT: Recommendations for the management of seed production and quality of *Eryngium foetidum* L. are scarce. Therefore, this study aimed to evaluate irrigation management during plant flowering and the harvesting of different orders of umbels on the production and quality of *E. foetidum* seeds. A completely randomized design was used in a 5 x 4 factorial scheme, with five orders of umbels (1st, 2nd, 3rd, 4th, and 5th order) and four irrigation management regimes (0, 2, 4, and 6 days). The following characteristics were evaluated: weight of a thousand seeds, number and production of seeds per plant, first count, germination, hard seeds, relative frequency, germination speed index and average germination time, seed emergence, and seedling length. After data collection, the means were compared using Tukey's test ($p < 0.05$). Thus, it was concluded that, to obtain higher physiological quality and seed production of *E. foetidum*, the seeds should be produced under a 4-day irrigation regime, with harvesting from the 1st to the 5th order of umbels.

Keywords: *Eryngium foetidum* L., Non-Conventional Food Plants, germination, vigor.

1 INTRODUÇÃO

Eryngium foetidum L. (Apiaceae), é uma hortaliça tropical perene do grupo das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), conhecida no Brasil como chicória da Amazônia, chicória do Pará, coentrão e coentro selvagem (Gomes et al., 2013), que se destaca devido as características aromáticas e medicinais (Mozumder et al., 2017).

É utilizada como condimento no preparo de alimentos (Gomes et al., 2020) e para tratamentos de doenças estomacais e respiratórias, dores nas articulações e distúrbios do sistema nervoso (Rosero-Gómez et al., 2020), devido à presença de saponinas, flavonoides, açúcares redutores e taninos nas folhas, caule e raízes (Mendoza et al., 2022). É importante ressaltar que os ativos da biodiversidade amazônica, extraídos das plantas, têm sido cada vez mais explorados pela indústria (Silva et al., 2016; Machado e Kinupp, 2020), aumentando o interesse pelas plantas cultivadas na região amazônica.

Em relação a morfologia da planta durante a fase reprodutiva, a chicória da Amazônia emite hastes longas com crescimento indeterminado e florescimento contínuo (Ekpong e Sukprakarn, 2006). Por se tratar de uma espécie pouco domesticada e com alta variabilidade genética, os indivíduos podem apresentar inúmeras hastes. Nas ramificações de cada haste, encontram-se inflorescências classificadas como umbelas, típicas de plantas da família Apiaceae (Singh et al., 2014). Podendo haver a emissão de até a 10^a ordem das umbelas em cada haste (Ekpong e Sukprakarn, 2006). Sendo que a umbela primária emite apenas uma única inflorescência (Ekpong e Sukprakarn, 2006; Moraes et al., 2021).

Estudos sobre produção de sementes de *E. foetidum*, verificaram relação entre a ordem das umbelas e a qualidade das sementes. Ekpong e Sukprakarn (2006) observaram que para porcentagem e velocidade de germinação de sementes desta hortaliça, aquelas colhidas nas umbelas de 1^a a 5^a ordem apresentaram resultados semelhantes entre si e superiores, em comparação as sementes obtidas da 6^a a 10^a ordem. Os autores também afirmaram que as sementes da 1^a ordem apresentaram maior peso de mil sementes, mas com menor quantidade de sementes por umbela, em comparação com as demais ordens.

Porém, apesar da disponibilidade de informações sobre a posição das sementes na planta e a produção e qualidade fisiológica destas, o manejo durante a fase reprodutiva dessa hortaliça em diferentes localizações geográficas é dificultado pela ausência de informações sobre a influência do ambiente no desenvolvimento da planta e das sementes. Nesse caso, sendo uma espécie originária de regiões tropicais, com alta precipitação pluviométrica e umidade atmosférica (Rodrigues et al., 2022), não há pesquisas que abordem sobre as consequências na produção e qualidade das sementes de *E. foetidum* quando submetidas a ambientes com baixa disponibilidade hídrica. Segundo Taiz et al. (2017), as flutuações dos fatores ambientais fora dos limites normais de cada espécie, em geral, trazem consequências bioquímicas e fisiológicas as plantas.

Alguns trabalhos já identificaram diferenças na aplicação de regimes hídricos durante a fase reprodutiva de algumas culturas agrícolas. Silva et al. (2009), verificaram que a suspensão hídrica por 60 dias durante o florescimento, aumentou a uniformidade de floração no cafeeiro e conseqüentemente, a produção de café por planta (kg. planta⁻¹). Em estudos com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.), observou-se o aumento do peso das sementes e do índice de velocidade de emergência em decorrência de regimes hídricos pós-florescimento (Freitas et al., 2013).

Sendo assim, para avançar no processo de domesticação e exploração racional do potencial econômico de *E. foetidum*, é necessário o desenvolvimento de técnicas para a produção comercial de sementes e mudas (Silva et al., 2016; Jeromini et al., 2018), principalmente visando a possibilidade de expansão da cultura em áreas limitadas pela deficiência hídrica ou com distribuição irregular de chuvas. Por isso, esse trabalho objetivou avaliar manejo de irrigação durante o florescimento das plantas e a colheita de diferentes ordens de umbelas na produção e qualidade das sementes de *E. foetidum*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de chicória da Amazônia foram colhidas na área de Olericultura da Universidade Federal Rural da Amazônia, *Campus* Capanema-Pará, e

encaminhadas à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP-Jaboticabal, onde o experimento foi instalado e conduzido de agosto de 2022 a abril de 2023 em casa de vegetação ($T = 25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $UR = 60 \pm 3\%$).

A produção de mudas foi realizada em bandejas de polietileno de 128 células, preenchidas com uma mistura de terra peneirada, substrato comercial Bioplant[®], fibra de coco e húmus de minhoca, na proporção 5:1:1:1/2 em volume, respectivamente. Também foi realizada a adubação com fertilizante N-P-K (10-25-7).

A mistura utilizada para produção de mudas e preenchimento dos vasos foi submetida a análise química em laboratório e apresentou as seguintes características: $\text{pH} (\text{CaCl}_2) = 6,6$; matéria orgânica = 45 g dm^{-3} ; $\text{P} = 220 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 8,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{S} = 26 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} = 59 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 22 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,60 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 3,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 20 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 4,9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 3,1 \text{ mg dm}^{-3}$.

Foram semeadas três a quatro sementes em cada célula. A partir da emergência das plântulas e emissão da primeira folha verdadeira em ao menos um indivíduo, foi realizado desbaste mantendo somente uma muda por célula, a de melhor desenvolvimento. As mudas foram mantidas nas bandejas até a emissão da terceira folha verdadeira, o que ocorreu aproximadamente 82 dias após a semeadura, quando foram transplantadas para vasos.

Os vasos com capacidade de 5 L tiveram o fundo revestido por Tecido Não Tecido (TNT) micro-perfurado (Perflex[®]), para permitir o escoamento da água sem perda de substrato pelos furos do fundo. Os vasos foram preenchidos com o mesmo substrato utilizado nas bandejas para a produção de mudas.

As plantas foram tutoradas com hastes de madeira, irrigadas sempre que necessário até a aplicação dos tratamentos de irrigação.

Irrigação - a partir da antese das flores basais da umbela da 1^a ordem até o momento da colheita das sementes, as plantas foram submetidas a irrigação diária e em intervalos de 2, 4 e 6 dias. Estes tratamentos resultaram em teores de 57; 45; 27 e 22% de água no substrato, respectivamente, determinadas utilizando a metodologia proposta por Caputo e Caputo (2017), e medidos no momento da colheita da 5^a ordem após cada intervalo de irrigação. A quantidade de água utilizada na irrigação foi até a saturação do substrato e escoamento do excesso pelo furo do vaso.

Ordem das umbelas - foram colhidas as umbelas de 1ª a 5ª ordem (Figura 1), quando estas se apresentavam com sementes maduras, caracterizadas pela coloração preto acastanhado (Ekpong e Sukprakarn, 2006) e degrana quando tocadas. Devido à desuniformidade de emissão das umbelas e maturação das sementes, a colheita foi feita de maneira escalonada. Foram coletadas umbelas de seis plantas por tratamento de estresse hídrico.

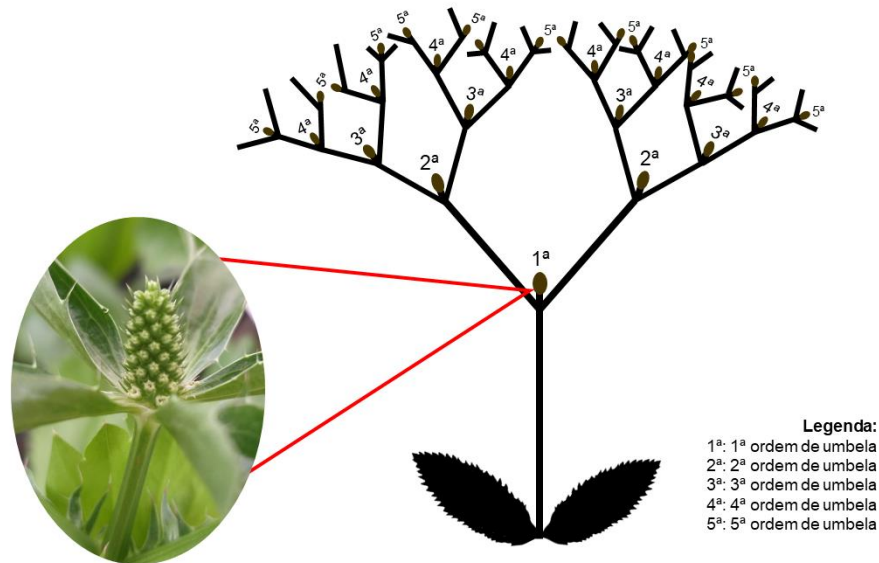


Figura 1. Esquema representando as ordens das umbelas durante a fase reprodutiva da chicória da Amazônia.

As umbelas foram colocadas para secar sobre papel em bancada de laboratório a 22 ± 2 °C , por uma semana. Em seguida, as sementes foram extraídas mediante fricção com os dedos e submetidas a limpeza manual para a retirada dos óvulos não fertilizados e fragmentos da planta.

Foram realizados os seguintes testes e determinações:

Peso de mil sementes – baseado na metodologia adaptada de Brasil (2009), foi determinado utilizando-se quatro subamostras de 100 sementes, pesadas em balança analítica de precisão (0,001 g) e os resultados foram expressos em miligramas.

Número de sementes e produção por planta - as sementes colhidas de seis plantas por tratamento, após a limpeza, foram contadas manualmente e pesadas em balança analítica de precisão (0,001 g). Os resultados foram expressos em número de sementes/planta e mg/planta, respectivamente.

Germinação - realizada com quatro subamostras de 50 sementes dispostas sobre duas folhas de papel toalha tipo Germitest®, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, acondicionadas em caixas de acrílico transparentes com tampa (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), após a montagem, as caixas foram armazenadas em sacos plásticos na B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) (Brasil, 2009). O teste foi realizado a 25 °C e fotoperíodo de oito horas (Brasil, 2009), por 38 dias, pois foi observada a estabilização da germinação após esse período (Affonso et al., 2018). Ao final, foram calculados e expressos os resultados em porcentagem de plântulas normais.

Sementes duras - ao final do teste de germinação, foram identificadas as sementes duras (Brasil, 2009). Os resultados foram calculados no final do teste de germinação e expressos em porcentagem de sementes duras.

Primeira contagem - realizada em conjunto com o teste de germinação, contabilizando a porcentagem de plântulas normais no 14º dia após a semeadura, quando a contagem atingiu 50% da germinação final (Tomaz et al., 2016).

Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) - realizados conjuntamente com o teste de germinação e obtidos pela contagem diária das sementes germinadas até o final do teste, utilizando a metodologia proposta por Maguire (1962) e Labouriau (1983), respectivamente. Os resultados foram apresentados em número puro e dias, respectivamente.

Frequência relativa de germinação (Fr) - realizada em conjunto com o teste de germinação e obtida mediante a fórmula proposta por Labouriau e Valadares (1976).

Emergência de plântulas em areia - quatro subamostras de 25 sementes foram semeadas sobre areia lavada e esterilizada, umedecida com 60% da capacidade de retenção do substrato em água (Brasil, 2009) dentro de caixas plásticas transparentes (22,0 x 15,0 x 5,0 cm). O teste foi realizado em casa de vegetação (25 ± 2 °C e UR = 60 ± 3%) e o substrato irrigado diariamente, por 28 dias, pois foi observada a estagnação da emergência após esse período. Ao final, as plântulas normais emersas foram contabilizadas e os resultados expressos em porcentagem.

Comprimento de plântulas – ao final do teste de emergência em areia, as plântulas foram cuidadosamente removidas das caixas, preservando todo o sistema radicular, e foi mensurada a distância entre a plúmula e o meristema radicular de todas

as plântulas emergidas (Silva et al., 2019). O teste foi realizado com o auxílio de uma régua graduada em milímetros e o resultado expresso em cm. plântula⁻¹.

Delineamento e procedimento estatístico - utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, com cinco ordens de umbela (1^a, 2^a, 3^a, 4^a e 5^a ordem) e quatro irrigações (0, 2, 4 e 6 dias). Assim, totalizando 20 tratamentos.

Os dados foram previamente submetidos aos pressupostos da ANOVA. Sendo a normalidade dos resíduos testada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade entre variâncias pelo teste de Bartlett. Para auxiliar na compreensão dessas análises, também foi utilizada a função densidade de probabilidade e QQ-plot.

Realizou-se a identificação e retirada dos outliers, e em seguida a imputação dos dados, por meio de um modelo linear, exceto para as características de porcentagem de emergência de plântulas em areia. Os dados de produção de sementes por planta, foram transformados utilizando-se a metodologia de Box e Cox (1964), enquanto os dados de primeira contagem e peso de mil sementes, por meio de $(x + 1)^{1/2}$.

As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico computacional "RStudio" (versão 2023.12.0+369).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resumo da análise de variância (Tabela 1) foi observada a interação significativa da irrigação com as ordens das umbelas nas características peso de mil sementes e número de sementes por planta. Enquanto a produção de sementes por planta, apresentou efeito significativo dos fatores irrigação e ordem da umbela, de modo independente.

Em relação ao peso de mil sementes, observou-se que não houve diferença significativa entre as ordens das umbelas quando a planta foi submetida a irrigação de 0 e 6 dias. Porém, quando submetida a irrigação a cada 2 dias, os maiores pesos foram das sementes obtidas da 4^a e 5^a ordem (550,0 e 547,5 mg, respectivamente),

enquanto na irrigação a cada 4 dias, foram daquelas obtidas da 2ª e 3ª ordem (515,5 e 532,5 mg, respectivamente) (Tabela 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características peso de mil sementes, número de sementes/planta e produção de sementes de chicória da Amazônia.

Fontes de variações	GL	Quadrado Médio		
		Peso de 1000 sementes (mg)	Número de semente planta ⁻¹	Produção (mg planta ⁻¹)
Irrigação (I)	3	4,8 **	66300,0 **	2,6 **
Ordem da umbela (O)	4	0,2 *	778400,0 **	26,4 **
Interação (I x O)	12	1,2 **	13145,0 *	0,1 ns
C.V. (%)		1,3	31,4	10,0

** significativo ao nível de 1%, * significativo ao nível de 5% e ns: não significativo.

Tabela 2. Valores médios do peso de mil sementes e número de sementes/planta de sementes de chicória da Amazônia, em função da irrigação e ordem da umbela.

Características avaliadas	Irrigação (dias)	Ordens das umbelas				
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Peso de mil sementes * (mg)	0	521,6 aA	525,0 aA	532,5 aA	532,5 aA	532,5 aA
	2	480,0 bC	507,5 aB	485,0 bBC	550,0 aA	547,5 aA
	4	500,0 abB	515,5 aAB	532,5 aA	497,5 bB	459,4 bC
	6	490,0 bA	481,8 bA	480,0 bA	465,0 cA	476,9 bA
Número de sementes planta ⁻¹ *	0	86 aC	109 aC	145 aC	331 abB	464 bcA
	2	92 aC	123 aC	190 aC	380 aB	659 aA
	4	91 aC	146 aC	151 aC	394 aB	535 bA
	6	72 aC	94 aC	110 aC	241 bB	385 cA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* Médias apresentadas dos dados originais.

O menor peso de mil sementes naquelas colhidas da 1ª a 3ª ordem quando a planta foi submetida a irrigação a cada 2 dias, possivelmente foi devido ao estresse inicial ocasionado pela limitação hídrica, a partir da 4ª ordem a planta se adapta ao local e aumenta o peso das sementes. Gomes et al. (2023), observaram a rusticidade e a alta plasticidade fenotípica dessa espécie, adaptando-se em função dos fatores ambientais. Porém, submetida a irrigação a cada 4 dias, a partir da 4ª ordem a planta inicia sua senescência, prejudicando o armazenamento de reservas nas sementes.

Em relação ao efeito da irrigação sobre o peso das sementes em cada ordem da umbela, de maneira geral, foi possível verificar que as sementes mais pesadas foram produzidas pelas plantas submetidas a irrigação diária (0 dias), e as mais leves em intervalos de irrigação de 6 dias (Tabela 2).

Possivelmente, a menor porcentagem de água do substrato, na irrigação a cada 6 dias, durante a fase de acúmulo de massa de matéria seca, ocasionou a diminuição do peso das sementes obtidas ao final da maturação. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), durante essa fase é fundamental que haja disponibilidade de água para a planta, caso contrário são formadas sementes de menor peso. Uma vez que, a água retida no solo serve como meio para o movimento dos íons minerais até a superfície da raiz (Taiz et al., 2017), ou seja, a menor disponibilidade de água no solo, reduz a absorção de nutrientes e conseqüentemente o acúmulo de reservas na semente. Diferentemente do que ocorreu na condição de irrigação diária (0 dias), com maior disponibilidade de água no solo.

Para o número de sementes produzidas por planta em cada condição de irrigação, foi observado o maior número de sementes quanto mais tardia a emissão da ordem da umbela no ciclo da planta. Ou seja, a 1ª, 2ª e 3ª ordem produziram sementes em números significativamente similares e menores quando comparadas com as de 4ª ordem, que produziram um número de sementes intermediário. E as umbelas de 5ª ordem, apresentaram os maiores números de sementes por planta (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os obtidos por Ekpong e Sukprakarn (2006) em estudos com chicória da Amazônia, que relataram o aumento do número de umbelas em decorrência do número de ordens, e conseqüentemente o aumento no número de sementes.

Especificamente dentro da 4ª ordem, as plantas submetidas as condições de irrigação de 0, 2 e 4 dias produziram maiores quantidades de sementes por planta (331, 380 e 394 mg/planta, respectivamente), e aquelas submetidas a irrigação em intervalos de 6 dias, as menores quantidades (241 mg/planta). Já o número de sementes obtidas na 5ª ordem, foi decrescente da irrigação em intervalos de 2 dias até a de 6 dias (659, 535 e 385 mg/planta, respectivamente). Porém, na 5ª ordem os resultados obtidos na irrigação em intervalos de 2 e 4 dias não diferiram estatisticamente da irrigação diária (0 dias) (Tabela 2).

Possivelmente, a redução do número de sementes por planta observada nas umbelas de 4ª e 5ª ordem na irrigação em intervalos de 6 dias, foi ocasionada pela senescência das plantas, pois estas apresentavam folhas secas ou com coloração amarelada, devido à baixa disponibilidade hídrica, conseqüentemente havendo a

diminuição da taxa fotossintética e a produção de fotoassimilados, interferindo na formação das sementes.

Quanto a produção de sementes por planta, a aplicação da irrigação em intervalos de 6 dias resultou em plantas com menor produção ($89 \text{ mg planta}^{-1}$), enquanto aquelas submetidas a irrigação de 0, 2 e 4 dias, apresentaram produção maior e similar (119 , 156 e $146 \text{ mg planta}^{-1}$, respectivamente) (Figura 2A). Portanto, observou-se que a senescência nas plantas submetidas a irrigação em intervalos de 6 dias, além de reduzir o número de sementes, também reduziu a produção de sementes por planta (Tabela 2 e Figura 2A).

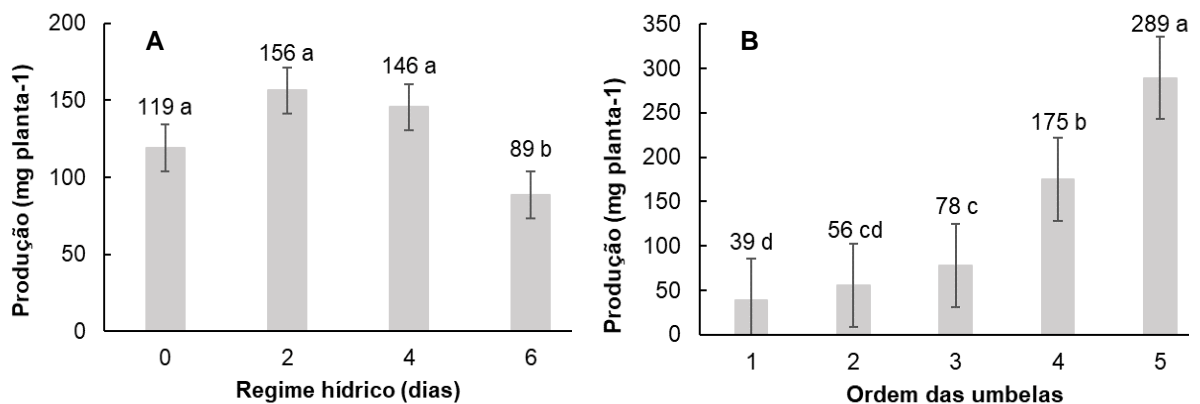


Figura 2. Produção de sementes de chicória da Amazônia, em função da irrigação (A) e ordem da umbela (B). Médias apresentadas dos dados originais.

Quanto ao efeito das ordens das umbelas sobre a produção de sementes por planta, verificou-se o aumento crescente da produção em decorrência da progressão das ordens das umbelas (Figura 1 e Figura 2B). Este resultado é devido, principalmente, ao aumento no número de sementes por planta em função do aumento do número de umbelas da 1^a até a 5^a ordem, de modo que a 1^a ordem da umbela por emitir uma única inflorescência, apresentou a menor produção de sementes por planta (Tabela 1 e Figura 2B).

Em relação a qualidade fisiológica de sementes de chicória da Amazônia, foi observado interação entre a irrigação e a ordem da umbela sobre a primeira contagem, porcentagem de germinação, sementes duras, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação (Tabela 3). Para a emergência de plântulas em areia, não foi verificada interação significativa entre os fatores, houve somente

influência da ordem da umbela. O comprimento de plântulas não foi afetado por nenhum tratamento estudado.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as características primeira contagem (PC), germinação (G), sementes duras (D), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), emergência de plântulas em areia (E) e comprimento das plântulas (C) obtidas de sementes de chicória da Amazônia, em função da irrigação e ordem da umbela.

Fontes de variações	GL	Quadrado Médio						
		PC (%)	G (%)	D (%)	IVG	TMG (dias)	E (%)	C (mg)
Irrigação (I)	3	227,72 **	5851,6 **	1060,2 **	10,7 **	117,0 **	211,7 ns	0,2 ns
Ordem da umbela (O)	4	17,32 **	1583,9 **	704,3 **	2,1 **	1,9 *	540,0 **	0,3 ns
Interação (I x O)	12	9,87 **	504,9 **	169,4 **	0,8 **	9,3 **	122,4 ns	0,6 ns
C.V. (%)		15,05	13,6	39,9	14,1	5,0	14,4	12,9

** significativo ao nível de 1%, * significativo ao nível de 5% e ns: não significativo.

De maneira geral, para a primeira contagem em cada ordem da umbela foram observadas as menores porcentagens de germinação das sementes produzidas nas plantas submetidas a irrigação diária (0 dias), e as maiores porcentagens naquelas submetidas a irrigação em intervalos de 2, 4 e 6 dias (Tabela 4).

A aplicação da irrigação em intervalos de 2, 4 e 6 dias, provavelmente interferiram no metabolismo e desenvolvimento da planta. Devido a limitação hídrica ocasionada por esses tratamentos, é possível que a planta tenha desenvolvido como estratégia de sobrevivência da espécie, maior quantidade de sementes que alcançaram a maturidade fisiológica, favorecendo a maior porcentagem de germinação na primeira contagem (Tabela 2).

Ao observar o efeito das ordens das umbelas nas plantas submetidas a cada condição de irrigação sobre a primeira contagem, verificou-se que a irrigação em intervalos de 2 e 6 dias proporcionou maior valor apenas nas sementes da 1ª ordem (25 e 33%, respectivamente), enquanto nas plantas irrigadas em intervalo de 4 dias, os melhores resultados foram observados nas sementes colhidas da 1ª e 2ª ordem das umbelas (38 e 34% respectivamente) (Tabela 4).

Possivelmente, a diminuição dos valores observados da 3ª a 5ª ordem na primeira contagem na condição de irrigação em intervalo de 4 dias, deve-se ao fato do aumento da competitividade de recursos em função do desenvolvimento da planta, uma vez que, em cada ramificação da haste, durante o período reprodutivo, são emitidas diversas inflorescências, o que aumenta o quantitativo de drenos.

Tabela 4. Valores médios de primeira contagem (PC), germinação (G), sementes duras (D), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de chicória da Amazônia, em função da irrigação e ordem da umbela.

Características avaliadas	Irrigação (dias)	Ordens das umbelas				
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
PC (%)	0	2 cB	0 cBC	0 bBC	0 cC	7 bA
	2	25 bA	15 bB	18 aAB	21 aAB	15 aB
	4	38 aA	34 aA	19 aB	3 bB	16 aB
	6	33 abA	10 bC	23 aAB	17 abBC	18 aBC
G (%)	0	46 bAB	28 cC	38 bBC	31 cBC	59 bcA
	2	84 aA	54 bB	50 bB	62 bB	52 cB
	4	88 aA	81 aA	75 aA	82 aA	80 aA
	6	90 aA	36 cC	77 aAB	64 bB	74 abAB
D (%)	0	16 aB	31 aA	25 abAB	14 bB	23 aAB
	2	4 aB	26 aA	35 aA	29 aA	27 aA
	4	5 aA	10 bA	14 bA	5 bA	6 bA
	6	6 aB	32 aA	16 bB	16 bB	10 bB
IVG	0	1,29 bAB	0,63 dC	0,85 cBC	0,80 bBC	1,78 bA
	2	2,81 aA	1,84 bB	1,81 bB	2,20 aB	1,74 bB
	4	3,32 aA	3,06 aAB	2,59 aBC	2,53 aBC	2,48 aC
	6	3,23 aA	1,21 cC	2,62 aB	2,19 aB	2,53 aB
TMG (dias)	0	20 cB	22 cD	21 bCD	20 cBC	17 bA
	2	16 bA	15 bA	14 aA	15 aA	16 abA
	4	14 aA	14 aA	15 aA	17 bB	17 bB
	6	15 bcA	15 bA	16 aA	15 aA	15 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Médias apresentadas dos dados originais.

Quanto a germinação, em cada ordem da umbela foram observadas as menores porcentagens de germinação das sementes produzidas nas condições de irrigação de 0 e 2 dias. Em contrapartida, a irrigação em intervalos de 4 dias proporcionou as maiores porcentagens de germinação. E a irrigação em intervalo de 6 dias proporcionou oscilação nos valores obtidos, variando de acordo com a ordem da umbela (Tabela 4).

Essa variação nos resultados possivelmente deve-se ao fato da chicória da Amazônia ser uma espécie não domesticada, ocasionando alta variabilidade no desempenho germinativo das sementes em resposta aos fatores ambientais, como o déficit hídrico. Fortes et al. (2008), afirmam que as respostas aos testes para avaliação da qualidade fisiológica podem variar dentro da mesma espécie, principalmente daqueles realizados com sementes de plantas não domesticadas.

Especificamente em relação as sementes obtidas da 1ª ordem, verificou-se porcentagens de germinação maiores e similares das sementes produzidas nas irrigações de 2, 4 e 6 dias (84, 88 e 90%, respectivamente) em comparação com as sementes produzidas na irrigação diária (0 dias) (46%). Possivelmente, isso ocorreu, pois, em plantas com desuniformidade de floração, a manutenção da irrigação pode proporcionar no momento da colheita frutos e sementes que não alcançaram a maturidade fisiológica (Mera et al., 2011), conseqüentemente reduzindo a qualidade fisiológica das sementes.

Além disso, observando o efeito das ordens das umbelas em cada irrigação, verificou-se que na irrigação de 0 e 6 dias, houve oscilação nos resultados da porcentagem de germinação, variando de acordo com a ordem da umbela. A irrigação em intervalos de 2 dias, proporcionou somente nas sementes obtidas da 1ª ordem maior porcentagem de germinação, com 84,0%. E na irrigação em intervalos de 4 dias, não houve diferença significativa entre as ordens das umbelas, porém verificaram-se altas porcentagens de germinação das sementes obtidas da 1ª a 5ª ordem (variando entre 75 e 88%).

Possivelmente, a submissão da planta a irrigação em intervalos de 4 dias, proporcionou a uniformização do florescimento e da maturação das sementes dentro de cada ordem da umbela, resultando em maiores porcentagens de germinação da 1ª a 5ª ordem. Devido a limitação hídrica proporcionada por esse tratamento, provavelmente esse resultado foi uma estratégia de sobrevivência da espécie. Pois, sendo uma planta perene com o principal foco em guardar reservas para o próximo ciclo as custas da produção de sementes (Taiz et al., 2017), havendo alguma limitação dos fatores ambientais, a planta dirige seus recursos para o desenvolvimento das sementes, com o intuito de promover maior qualidade fisiológica para manter sua espécie no local.

Quanto a porcentagem de sementes duras, observou-se oscilação nos resultados da irrigação diária (0 dias), variando de acordo com a ordem da umbela. A irrigação em intervalos de 2 dias, proporcionou somente a 1ª ordem menor porcentagem de sementes duras (4%), devido a maior porcentagem de germinação nesse tratamento. Enquanto a irrigação em intervalos de 4 dias, nesse tratamento não houve diferença significativa entre as ordens das umbelas, porém, verificaram-se

baixas porcentagens de sementes duras em todas as ordens (5 a 14%), também devido aos resultados da germinação.

Quanto ao efeito da aplicação da irrigação em cada ordem da umbela sobre a porcentagem de sementes duras, de maneira geral, verificou-se que em cada ordem da umbela a irrigação de 0 e 2 dias proporcionaram maiores porcentagens de sementes duras, enquanto a irrigação em intervalos de 4 e 6 dias, verificou-se a diminuição das sementes duras a partir da 3ª ordem (Tabela 4).

É provável que as maiores porcentagens de sementes duras na irrigação diária e em intervalos de 2 dias tenham ocorrido devido ao comportamento natural da planta. Pois, é uma hortaliça originária de regiões tropicais, com alta precipitação pluviométrica e umidade atmosférica (Rodrigues et al., 2022), que tem como estratégia de adaptação e sobrevivência a essas condições climáticas a dormência, devido ao controle de entrada de água (Carvalho e Nakagawa, 2012), prevenindo que não ocorra a germinação antes de alcançar o período ótimo ou em condições desfavoráveis para o crescimento e sobrevivência (Vivian et al., 2008), principalmente nos períodos de maior precipitação pluviométrica.

Em contrapartida, a senescência da planta ocasionada pelas condições de irrigação em intervalos de 4 e 6 dias, com menor disponibilidade de água no substrato, influenciou no seu mecanismo de sobrevivência. Ou seja, devido à limitação de recursos ambientais, houve a menor produção de sementes duras como meio de garantir a continuidade da espécie. Segundo Aguiar et al. (2022), as plantas não domesticadas desenvolveram mecanismos que promovem a capacidade de sobrevivência em ambientes com os mais variados tipos e intensidades de limitações.

Quanto ao índice de velocidade de germinação, em cada ordem da umbela foi observado as menores velocidades de germinação nas sementes produzidas em irrigação diária (0 dias), porém não diferiram daquelas obtidas da 5ª ordem na condição de irrigação em intervalos de 2 dias (Tabela 4). As maiores velocidades de germinação, de maneira geral, foram verificadas nas sementes produzidas com irrigação em intervalos de 4 e 6 dias. Ressalta-se que dentro da 1ª e 4ª ordem, não houve diferença significativa entre as condições de irrigação em intervalos de 2, 4 e 6 dias.

Possivelmente, a diminuição da velocidade de germinação das sementes provenientes das plantas produzidas com irrigação diária (0 dias), é devido a maior quantidade de sementes imaturas no momento da colheita. Uma vez que, as plantas perenes com o objetivo de garantir o armazenamento ideal de recursos que as capacita a sobreviver, tendem a ajustar seus programas de metabolismo e desenvolvimento (Taiz et al., 2017), consequentemente prolongando o período de maturação.

Ao observar o efeito das ordens das umbelas em cada irrigação sobre o índice de velocidade de germinação, verificou-se que a irrigação diária proporcionou oscilação nos resultados variando de acordo com a ordem da umbela. Enquanto nas condições de irrigação em intervalos de 2 e 6 dias, obteve-se maior velocidade de germinação somente na 1ª ordem da umbela.

Possivelmente, isto deve-se ao fato da menor quantidade de umbelas e ramos até a 1ª ordem. Pois, ao longo do tempo, devido ao crescimento indeterminado, a planta realiza inúmeras ramificações e emissões de umbelas, aumentando a demanda de fotoassimilados pelas partes vegetativas e reprodutivas da planta. É provável que a distribuição irregular desses fotoassimilados em função do crescimento da planta, ocasionou a diminuição da velocidade de germinação das sementes a partir da 2ª ordem.

Quanto ao tempo médio de germinação, ao observar o efeito das ordens das umbelas em cada irrigação, verificou-se maiores tempos de germinação das sementes produzidas em condição de irrigação diária (0 dias), embora não tenha diferido estatisticamente daquelas obtidas na 5ª ordem nas condições de irrigação em intervalos de 2 e 4 dias (Tabela 4). De maneira geral, o menor tempo de germinação foi verificado na irrigação em intervalo de 6 dias, porém não houve diferença significativa dos resultados das sementes obtidas da 1ª a 4ª ordem, quando produzidas na irrigação em intervalos de 2 dias.

A irrigação diária (0 dias), além de proporcionar maior tempo médio de germinação também favoreceu a desuniformidade da germinação das sementes obtidas da 1ª a 4ª ordem até o 38º dia após a sementeira, como verificado por meio dos gráficos de frequência relativa (Figura 3). O que difere dos resultados obtidos nas condições de irrigação em intervalos de 2, 4 e 6 dias das sementes da 1ª a 4ª ordem

da umbela, onde houve maior concentração de germinação até cerca do 18º dia após a semeadura. Além disso, de maneira geral, observou-se vários picos de germinação, exceto na 1ª e 2ª ordem nas condições de irrigação em intervalos de 4 e 2 dias, respectivamente, que apresentaram um único pico de germinação.

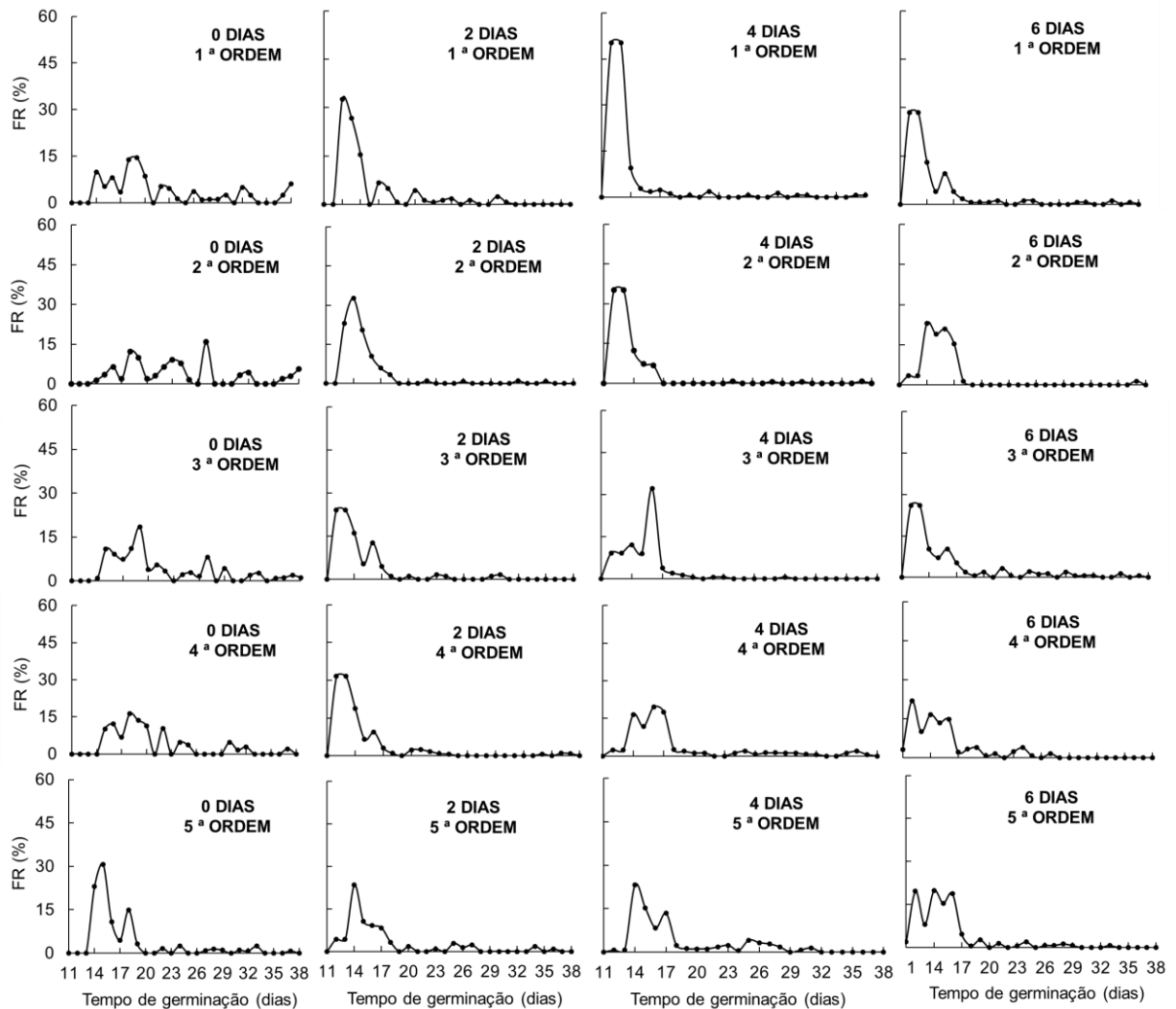


Figura 3. Frequência relativa de germinação (FR) de sementes de chicória da Amazônia em função da irrigação diária e em intervalos de 2, 4 e 6 dias e da 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª ordem da umbela.

Desse modo, esses resultados podem auxiliar na diminuição do tempo e gastos para a produção de mudas de chicória da Amazônia, e diminuir as perdas de sementes no campo. Pois, quanto maior o tempo para germinar, maior é a suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças.

Quanto a emergência de plântulas em areia, as sementes obtidas da 1ª e 2ª ordem das umbelas apresentaram as maiores porcentagens de 80 e 76%,

respectivamente (Figura 4). Lamichaney e Sooganna (2016), relataram que a posição da semente na planta influencia na qualidade fisiológica das sementes. Os autores verificaram em *Pimpinella anisum* L. [Apiaceae] melhor qualidade das sementes obtidas da 1ª e 2ª ordem em comparação as sementes da 3ª e 4ª ordem das umbelas.

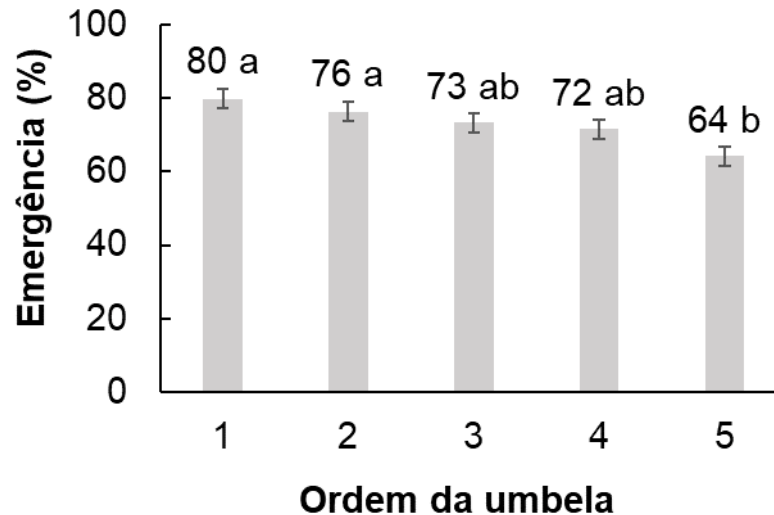


Figura 4. Emergência de plântulas em areia de chicória da Amazônia, em função da ordem da umbela.

Possivelmente, essa diferença estatística, é devido a melhor distribuição dos recursos até a 2ª ordem da umbela. Uma vez que o número de inflorescências aumenta em função do tempo e desenvolvimento da haste reprodutiva da chicória da Amazônia (Moraes et al., 2021), aumentando a competitividade por fotoassimilados, nutrientes e água, e conseqüentemente reduzindo o armazenamento de reservas das sementes geradas em ordens mais tardias, principalmente da 5ª ordem, influenciando no desempenho da semente e das plântulas no campo.

4 CONCLUSÃO

Para a obtenção de maior produção e qualidade fisiológica de sementes de *E. foetidum*, estas devem ser produzidas em condição de irrigação em intervalo de 4 dias e a colheita realizada da 1ª a 5ª ordem da umbela.

REFERÊNCIAS

Affonso CE, Silva GZ, Jeromini TS, Martins CC (2018) Germination test of *Eucalyptus phaeotricha* seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 22:653-657.

Aguiar ACM, Mendes KF, Barcellos Júnior LH, Silva EMG, Silva AA (2022) Aspectos da biológica e ecofisiologia de plantas daninhas. In.: Mendes KF, Silva AA (Orgs.) Plantas daninhas: biologia e manejo. São Paulo: Oficina de textos, p.9-39.

Brasil (2009) Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 399 p.

Box GEP, Cox DR (1964) An analysis of transformations. **Journal of The Royal Society**, 26:211-252.

Caputo HP, Caputo NA (2017) Mecânica dos solos e suas aplicações. Rio de Janeiro: LTC. 252 p.

Carvalho NM, Nakagawa J (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP. 590p.

Ekpong B, Sukprakarn S (2006) Seed development and maturation of *Eryngium foetidum* L.). **Agriculture and Natural Resources**, 40:26-32.

Fortes FO, Lúcio AD, Lopes SJ, Carpes RH, Silveira BD (2008) Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, 36:1615-1623.

Freitas RMO, Torres SB, Nogueira NW, Leal CW, Farias RM (2013) Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de sistemas de plantio e estresse hídrico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43:370-376.

Gomes RF, Arruda RS, Rosário ICB, Andrade FLN, Mello MN, Santos LS (2023) Amazon chicory: growing at full sunlight or under shade? **Horticultura Brasileira**, 41:1-6.

Gomes RF, Silva JP, Gusmão SAL, Souza GT (2013) Produção de chicória da Amazônia cultivada sob densidades de cultivo e poda do pendão floral. **Revista Caatinga**, 26:9-14.

Gomes RF, Gonçalves VP, Arruda RS, Santos LS (2020) Multicategorical descriptors for creole genotypes of Amazon chicory (*Eryngium foetidum*). **Horticultura Brasileira**, 38:334-338.

Jeromini, TS, Barbosa ASV, Silva GZ, Martins CC (2018) Substrate and seed sowing position on the production of *Plukenetia volubilis* L. seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 22:396-400.

Labouriau LG (1983) A germinação de sementes. Washington: OEA. 174 p.

Labouriau LG, Valadares MEB (1976) On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 48:263-284.

Lamichaney A, Sooganna SKJ (2016) Influence of umbel position on seed quality of anise (*Pimpinella anisum* L.): a minor seed spice. **Bangladesh Journal of Botany**, 45:1243-1248.

Machado CC, Kinupp VF (2020) Plantas alimentícias na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazônia Central. **Rodriguésia**, 71:1-12.

Maguire JD (1962) Seed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2:176-177.

Mendoza BEC, Palacios MPC, Vizueté SNM, Larreta FSG (2022) Actividad antioxidante, polifenoles totales y tamizaje fitoquímico de Chilangua (*Eryngium foetidum*). **Recimauc**, 6:480-498, 2022.

Mera AC, Oliveira CAS, Guerra AF, Rodrigues GC (2011) Regimes hídricos e doses de fósforo em cafeeiro. **Bragantia**, 70:302-311.

Moraes LF, Andrade FLN, Gomes RF, Santos LS (2021) Could the umbel order selection and GA3 treatment improve seed germination in Amazon chicory species?. **Bragantia**, 80:1-11.

Mozumder SN, Haque ML, Kamal MM, Akter S, Banik BR (2017) Effect of storage, growth regulator treatment and seed priming on germination of *Eryngium foetidum*. **International Journal of Advanced Multidisciplinary Research**, 4:16-21.

Rosário ICB, Arruda RS, Silva AO, Gomes RF (2024) How can low germination rates in Amazon chicory seeds be overcome?. **Ciência Rural**, 54:1-7.

Rosero-Gómez CA, Zambrano ML, García KE, Viracocha LA (2020) Nomenclatura y usos del culantro de monte (*Eryngium foetidum* L.) em la comunidade San Antonio de Padua, cantón Quinsaloma, Provincia de Los Ríos – Ecuador. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, 19:334-343.

Silva EA, Brunini O, Sakai E, Arruda FB, Pires RCM (2009) Influência de déficits hídricos controlados na uniformização do florescimento e produção do cafeeiro em três diferentes condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, 68:493-501.

Silva GZ, Martins CC, Bruno RLA, Pereira FECB, Jeromini TS (2019) Multivariate analysis and vigor tests to determine the quality of *Brachiaria decumbens* seeds. **Revista Ciência Agronômica**, 50:291-299.

Silva VA, Silva NA, Seabra Júnior S, Borges LS, Souza AM (2016) Levantamento do cultivo do coentrão (*Eryngium foetidum* L.) nas áreas produtoras de Cáceres-MT. **Cultivando o saber**, 9:70 -83.

Singh BK, Ramakrishna Y, Ngachan SV (2014) Spiny coriander (*Eryngium foetidum* L.): a commonly used, neglected spicing-culinary herb of Mizoram, India. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 61:1085-1090.

Tomaz CA, Martins CC, Silva GZ, Vieira RD (2016) Period of time taken by *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick seed to complete germination. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, 37:693-700.

CAPÍTULO 3 – Métodos de superação de dormência de sementes de chicória da Amazônia

RESUMO: Como estratégia de adaptação e sobrevivência a alta pluviosidade e umidade atmosférica, espécies vegetais das regiões tropicais, como *Eryngium foetidum*, podem apresentar dormência devido ao controle de entrada de água nas sementes. Portanto, este trabalho objetivou identificar métodos eficazes para superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *E. foetidum*. Para isso, aplicou-se os tratamentos: a) controle; b) H₂O 24 ± 2 °C; c) H₂O quente; d) Escarificação mecânica com lixa; e) Escarificação química em H₂SO₄ por 1, 2 e 3 minutos. Avaliou-se: germinação, sementes mortas, duras e anormais, índice de velocidade de germinação, primeira contagem e tempo médio de germinação. Assim observou-se maiores porcentagens de germinação nas sementes imersas em H₂SO₄ por 1 e 3 minutos. Já a imersão em H₂SO₄ por 2 e 3 minutos, aumentou a porcentagem de plântulas anormais. Enquanto o tratamento com H₂SO₄ por 3 minutos, diminuiu a porcentagem de sementes duras. Os maiores índices de velocidade de germinação e os menores tempos de germinação, foram nos tratamentos com H₂SO₄ por 1, 2 e 3 minutos. Assim, conclui-se que a escarificação com H₂SO₄ por 1 minuto, pode ser utilizada para a superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *E. foetidum*.

Palavras-chave: *Eryngium foetidum* L., plantas alimentícias não convencionais, escarificação química, sementes duras.

CHAPTER 3 – Methods for overcoming dormancy in Amazonian chicory seeds

ABSTRACT: As an adaptation and survival strategy to high rainfall and atmospheric humidity, plant species from tropical regions, such as *Eryngium foetidum*, may exhibit dormancy due to the regulation of water entry into the seeds. Therefore, this study aimed to identify effective methods for overcoming dormancy and promoting the germination of *E. foetidum* seeds. The following treatments were applied: a) control; b) H₂O at 24 ± 2°C; c) hot water; d) mechanical scarification with sandpaper; and e) chemical scarification with H₂SO₄ for 1, 2, and 3 minutes. The following were evaluated: germination, dead, hard, and abnormal seeds, germination speed index, first count, and average germination time. Higher germination percentages were observed in seeds immersed in H₂SO₄ for 1 and 3 minutes. However, immersion in H₂SO₄ for 2 and 3 minutes increased the percentage of abnormal seedlings. Treatment with H₂SO₄ for 3 minutes reduced the percentage of hard seeds. The highest germination speed indices and shortest germination times were observed in treatments with H₂SO₄ for 1, 2, and 3 minutes. Thus, it was concluded that scarification with H₂SO₄ for 1 minute can be used to overcome dormancy and promote the germination of *E. foetidum* seeds.

Keywords: *Eryngium foetidum* L., Non-Conventional Food Plants, chemical scarification, hard seeds.

1 INTRODUÇÃO

Eryngium foetidum L. (Apiaceae), é uma hortaliça perene do grupo das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). No Brasil é conhecida como chicória da Amazônia, coentrão e coentro selvagem (Gomes et al., 2013), e em outros países como culantro, cilantro e acapate (Duke, 2009). É utilizada na culinária como condimento, devido ao seu aroma e sabor característico (Gomes et al., 2020). Além disso, Rodrigues et al. (2022) relataram sobre o potencial farmacológico da espécie, devido à presença de compostos com ação antibactericida, antioxidante, antifúngica e anti-inflamatória.

As sementes de *E. foetidum* apresentam dormência, o que causa baixa germinação das sementes, desuniformidade na emergência das plântulas e atrasos na produção de mudas, tornando-se um problema para os horticultores (Mozumder e Hossain, 2013; Moraes et al., 2021; Rosário et al., 2024).

As causas da dormência nessa espécie não são totalmente conhecidas. Segundo Mozumder e Hossain (2013), as baixas taxas germinativas e a distribuição da germinação ao longo do tempo seriam ocasionadas pela presença de cumarina nas sementes, frutos e folhas. A cumarina é um composto fenólico inibidor da germinação amplamente conhecido, cujos efeitos nas sementes podem ser atenuados pela aplicação de giberelina (Carvalho e Nakagawa, 2012). Para superar a dormência e promover a germinação, Moraes et al. (2021) aplicaram ácido giberélico (GA₃) nas sementes de *E. foetidum*, porém sem resultados promissores.

E. foetidum é originária de regiões tropicais como a América Central e América do Sul (Rodrigues et al., 2022). Espécies dessas regiões, como estratégia de adaptação e sobrevivência a alta pluviosidade e umidade atmosférica apresentam dormência devido ao controle de entrada de água (Carvalho e Nakagawa, 2012). Devido à presença de substâncias impermeabilizantes como ceras, suberina lignina, cutina e estruturas morfológicas da casca (Marcos-Filho, 2015). Por isso, métodos que auxiliam no processo de ruptura do tegumento e entrada de água na semente, como a escarificação química com ácido sulfúrico e a escarificação mecânica (Martins et al., 2008; 2012), podem ser alternativas eficazes para a superação da dormência.

Portanto, este trabalho objetivou identificar métodos eficazes para superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *E. foetidum* L.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As umbelas da 1ª a 5ª ordem foram colhidas quando maduras, caracterizadas pela coloração preto acastanhado (Ekpong e Sukprakarn, 2006) e início de degrana, em abril de 2023 em Jaboticabal-SP. As umbelas foram colocadas para secar sobre papel na bancada do Laboratório de Análise de Sementes – FCAV/UNESP a 24 ± 2 °C, por uma semana, quando as sementes foram extraídas por meio de fricção com os dedos.

Foi realizada uma limpeza manual para a retirada dos óvulos não fertilizados, fragmentos da planta e obtenção das sementes puras para a aplicação dos seguintes tratamentos: A) controle – sementes intactas; B) H₂O 24 ± 2 °C - imersão das sementes em água na temperatura ambiente (22 °C) por 16 horas; C) H₂O quente - imersão das sementes em água por 16 horas, com temperatura inicial de 86 °C e final de 22 °C; D) Escarificação mecânica com lixa - fricção das sementes em lixa nº 180 por 10 segundos; E) Escarificação química em H₂SO₄ por 1, 2 e 3 minutos - imersão das sementes em ácido sulfúrico 36N, 95% pelo tempo previsto, seguida de lavagem em água corrente. Os tratamentos B, C e E foram finalizados com a secagem das sementes sobre papel em bancada de laboratório 24 ± 2 °C.

Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram avaliadas pelos seguintes testes e determinações:

Germinação - realizada com quatro subamostras de 50 sementes dispostas sobre duas folhas de papel toalha tipo Germitest®, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, acondicionadas em caixas de acrílico transparentes com tampa (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), após a montagem, as caixas foram armazenadas sacos plásticos na B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) (Brasil, 2009). O teste foi realizado a 25 °C e fotoperíodo de oito horas (Brasil, 2009), por 28 dias, pois foi observada a estabilização da emergência após esse período. Ao final, foram calculados e expressos os resultados em porcentagem de plântulas normais e anormais, sementes mortas e duras.

Primeira contagem - realizada em conjunto com o teste de germinação, contabilizando a porcentagem de plântulas normais no 14º dia após a sementeira.

Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) - realizados conjuntamente com o teste de germinação e obtidos pela contagem diária das sementes germinadas até o final do teste, utilizando a metodologia proposta por Maguire (1962) e Labouriau (1983), respectivamente. Os resultados foram apresentados em número puro e dias, respectivamente.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram previamente submetidos aos pressupostos da ANOVA, sendo a normalidade dos resíduos testada pelo teste de Shapiro-Wilk, função densidade de probabilidade e QQ-plot, e a homogeneidade entre variâncias pelo teste de Bartlett.

Realizou-se a identificação e retirada dos outliers, e em seguida a imputação dos dados, por meio de um modelo linear, exceto para as características de porcentagem de germinação e sementes dormentes. Os dados do índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, foram transformados utilizando-se a metodologia de Box e Cox (1964), enquanto os dados de plântulas anormais, sementes mortas e duras e primeira contagem, por meio de $(x + 1)^{1/2}$.

As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico computacional "RStudio" (versão 2023.12.0+369).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas as maiores porcentagens de germinação quando as sementes de chicória da Amazônia foram imersas em ácido sulfúrico (H_2SO_4) por períodos de 1 e 3 minutos, porém não houve diferença significativa das porcentagens de germinação obtidas na imersão em H_2SO_4 por período de 2 minutos e da escarificação mecânica com lixa (Tabela1).

Porém, apesar da eficácia dos resultados obtidos pela escarificação química, Martins et al. (2008) afirmaram que esse método apresenta algumas desvantagens, como o risco de queimaduras ao técnico ou ao operário, o custo elevado e a

dificuldade da compra do produto. Sendo assim, o uso da lixa torna-se uma opção mais segura e viável para os produtores de chicória da Amazônia.

Tabela 1. Germinação (G), plântulas anormais (A), sementes mortas (M) e duras (D), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes submetidas a tratamentos de superação da dormência de *E. foetidum*.

Tratamentos	G	A*	M*	D*	IVG*	PC	TMG*
Controle	33 c	0,0 b	8,5 a	30 ab	1,28 b	13,3 bc	14 b
H ₂ O 24 ± 2 °C	46 bc	1,0 b	0,5 a	26 ab	1,73 b	17,5 b	14 b
H ₂ O quente	36 c	0,5 b	0,0 a	32 a	1,07 b	7,3 c	19 a
Lixa	55 abc	3,5 ab	3,5 a	19 bc	1,91 b	16,5 b	15 b
H ₂ SO ₄ 1'	73 a	3,5 ab	8,0 a	8 cd	3,26 a	34,3 a	11 c
H ₂ SO ₄ 2'	70 ab	5,5 a	2,5 a	11 cd	3,22 a	31,3 a	11 c
H ₂ SO ₄ 3'	76 a	5,5 a	6,0 a	7 d	3,40 a	34,8 a	12 c
C.V. (%)	20,74	23,03	30,3	28,52	34,87	8,56	0,4
D.M.S.	26,29	1,07	1,46	12,43	0,82	1,09	0,01

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* Médias apresentadas dos dados originais.

Apesar dos tratamentos com ácido sulfúrico por 2 e 3 minutos influenciarem no aumento das porcentagens de germinação, nota-se que também houve o aumento da porcentagem de plântulas anormais. Quanto a porcentagem de sementes mortas, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

Assim, verificou-se que os danos ocasionados pela escarificação química nas sementes foram suficientes para lesioná-las, mas sem causar a sua morte. Estes resultados diferem dos obtidos por Oliveira et al. (2018) em sementes de acácia-rubra (*Delonix regia* Boje rex Hook.), pois os autores observaram que a escarificação com ácido sulfúrico proporcionou o aumento da porcentagem de sementes mortas.

É importante ressaltar que a eficácia da escarificação química com ácido sulfúrico também está relacionado com o tempo de imersão. Por exemplo, em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.), a imersão por 2 minutos foi suficiente para reduzir a qualidade fisiológica das sementes, devido aos danos causados as estruturais essenciais (Shmidt et al., 2017). Assim como observado nesse trabalho, para os tempos de imersão de 2 e 3 minutos em H₂SO₄.

Quanto a porcentagem de sementes duras, observou-se o menor valor para o tratamento com H_2SO_4 por período de 3 minutos, porém não diferiu estatisticamente dos valores observados da imersão em ácido sulfúrico por 1 e 2 minutos.

Assim como na primeira contagem, observou-se que os tratamentos utilizando ácido sulfúrico (H_2SO_4) por períodos de 1, 2 e 3 minutos, demonstraram maior eficácia na superação de dormência de sementes de chicória da Amazônia, devido aos valores estatisticamente maiores, quando comparados aos demais tratamentos.

Do mesmo modo, verificou-se os maiores índices de velocidade de germinação, nos tratamentos com H_2SO_4 por período de 1, 2 e 3 minutos. E conseqüentemente, os menores tempos de germinação para esses tratamentos, com médias de 11 e 12 dias após a semeadura.

Resultados similares foram encontrados por Cabral et al. (2019) em *Sapindus saponaria* L. e por Martins et al. (2008) em *Stryphnodendron adstringens* e *Stryphnodendron polyphyllum*, quando as sementes dessas espécies foram submetidas a imersão em ácido sulfúrico. Os autores observaram a redução da dormência causada pelo impedimento da entrada de água no interior da semente, devido a impermeabilidade tegumentar.

De maneira geral, o tratamento das sementes de *E. foetidum* com água quente foi o que demonstrou menor eficácia para a superação da dormência em relação aos outros tratamentos. Provavelmente, a temperatura elevada pode ter ocasionado a morte do embrião, o que proporcionou menor porcentagem de germinação no final do teste e na primeira contagem e maior tempo de germinação. Resultados similares foram encontrados por Cipriani, Garlet e Lima (2023) em estudos com *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera*.

Além disso, o tempo de 24 horas das sementes imersas em água também pode ter dificultado o suprimento de oxigênio, conseqüentemente influenciando na qualidade fisiológica dessas sementes. Rosário et al (2024), observaram a diminuição da germinação e do índice de velocidade de germinação, assim como o aumento do tempo médio de germinação em sementes de *E. foetidum* imersas em água por 24, 36 e 48 horas.

4 CONCLUSÃO

A escarificação das sementes com H_2SO_4 por 1 minuto, pode ser utilizada para a superação da dormência e promoção da germinação de sementes de *E. foetidum*, em testes de laboratório.

Enquanto para a produção de mudas em viveiro, recomenda-se o uso de lixa. Porém, são necessários novos estudos para testar maiores tempos de lixamento, pois no presente trabalho o tempo de 10 segundos, aumentou a porcentagem de germinação, porém diminuiu o índice de velocidade de germinação e aumentou o tempo médio de germinação quando comparado a escarificação química.

REFERÊNCIAS

Box GEP, Cox DR (1964) An analysis of transformations. **Journal of The Royal Society**, 26:211-252.

BRASIL (2009) Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 399 p.

Cabral AL, Sales JF, Barbosa KF, Rodrigues AA, Zuchi J, Silva JMD, Vasconcelos Filho SC (2019) Dormancy breakage and germination in *Sapindus saponária* L. seeds as a function of temperature and germination substrate. **Semina: Ciências Agrárias**, 40:3345-3358.

Carvalho NM, Nakagawa J (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP. 590p.

CIPRIANI VB, GARLET J, LIMA BM (2023) Quebra de dormência em sementes de *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera*. **Revista de Ciências Agrárias**, 42:49-54.

Duke JA (2009) Duke's hand book of medicinal plants of Latin America. USA: CRC Press, Taylor and Francis. 910 p.

Gomes RF, Silva JP, Gusmão SAL, Souza GT (2013) Produção de chicória da Amazônia cultivada sob densidades de cultivo e poda do pendão flora. **Revista Caatinga**, 26:9-14.

Gomes RF, Gonçalves VP, Arruda RS, Santos LS (2020) Multicategorical descriptors for creole genotypes of Amazon chicory (*Eryngium foetidum*). **Horticultura Brasileira**, 38:334-338.

Labouriau LG (1983) A germinação de sementes. Washington: OEA. 174 p.

Martins CC, Camara ATR, Machado CG, Nakagawa J (2008) Métodos de superação de dormência de sementes de barbatimão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 30:381-385.

Maguire JD (1962) Seed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2:176-177.

Moraes LF, Andrade FLN, Gomes RF, Santos LS (2021) Could the umbel order selection and GA3 treatment improve seed germination in Amazon chicory species?. **Bragantia**, 80:1-11.

Mozumder SN, Hossain MM (2013) Effect of seed treatment and soaking duration on germination of *Eryngium foetidum* L. seeds. **Internacional Journal of Horticulture**, 3:46-51.

Oliveira KJB, Lima JSS, Andrade LLF, Costa JAMA, Crispim JF (2018) Quebra de dormência de sementes de *Delonix regia* (Fabaceae). **Revista de Ciências Agrárias**, 41:709-716.

Rodrigues TLM, Silva MEP, Gurgel ESC, Oliveira M, Lucas FCA (2022) *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae): uma revisão de literatura de usos tradicionais, composição química e atividades farmacológicas. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 14:1-15.

Rosário ICB, Arruda RS, Silva AO, Gomes RF (2024) How can low germination rates in Amazon chicory seeds be overcome? **Ciência Rural**, 54:1-7.

CAPÍTULO 4 – Considerações finais

Pesquisas voltadas à melhoria da produção e qualidade fisiológica das sementes de *Eryngium foetidum* são importantes para o estabelecimento da cadeia produtiva dessa espécie, principalmente para a expansão da sua produção em todas as regiões brasileiras.

Com esse trabalho, observou-se que durante a maturação das sementes os fatores ambientais, como a disponibilidade de água e a posição da semente na planta, influenciam diretamente na produção e qualidade fisiológica de sementes de *E. foetidum*. Porém, são necessários mais estudos para compreender o desenvolvimento reprodutivo dessa espécie, em função dos fatores ambientais, uma vez que a irrigação diária (0 dias) proporcionou maior peso de mil sementes, mas reduziu a porcentagem de germinação.

Também identificou que embora o uso de tratamentos com ácido sulfúrico (H_2SO_4) seja eficaz na superação da dormência, reduzindo a porcentagem de sementes duras e aumentando a porcentagem de germinação, os maiores tempos de exposição da semente de *E. foetidum* a esse tratamento químico aumentou a quantidade de plântulas anormais, assim, podendo interferir no desempenho da semente no campo.

Além disso, são necessários novos estudos sobre tratamentos de superação de dormência de sementes de *E. foetidum* com alta eficiência e menor risco à saúde humana e ao meio ambiente do que o H_2SO_4 , e combinação com as ordens das umbelas, visto que o presente trabalho utilizou a mistura das sementes da 1ª a 5ª ordem.