

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação comparativa de métodos para germinação de *Xylopia aromatica*
(Lam.) Mart. em condições de viveiro**

Giovanna Maria da Silva

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais.

**Piracicaba
2022**

Giovanna Maria da Silva
Bióloga

**Avaliação comparativa de métodos para germinação de *Xylopia aromatica* (lam.) mart.
em condições de viveiro**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **MARCILIO DE ALMEIDA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais.

Piracicaba
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Silva, Giovanna Maria da

Avaliação comparativa de métodos para germinação de *Xylopi*
aromatica (lam.) mart. em condições de viveiro / Giovanna Maria da Silva.

- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - -
Piracicaba, 2022.

57 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de
Queiroz”.

1. *Xylopi* aromática 2. Germinação 3. Composto orgânico I. Título

DEDICO

À Deus pelo dom da vida,
a minha família pelo amor e carinho
e aos meus amigos por todo apoio.

AGRADECIMENTOS

A empresa Grupo Guaçu por todo apoio com a pesquisa e a disponibilidade da infraestrutura para o desenvolvimento do experimento.

Ao CEPTA/ICMBio de Pirassununga – SP por ceder a área e os equipamentos para a realização da coleta dos frutos.

A GRF Engenharia & Consultoria pelo suporte na pesquisa com a identificação da espécie em campo, coleta e traslado dos frutos.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo – ESALQ/USP pelo conhecimento proporcionado durante todo período.

Ao Prof. Dr. Marcilio De Almeida pelos inestimáveis conhecimentos transmitidos na qualidade de orientador, sempre me motivando e acreditando em minha capacidade, e ensinando sempre com bom humor e profissionalismo.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Recursos Florestais (PPGRF) – ESALQ/USP pelo auxílio e sabedoria.

A Giovanna Maria de Oliveira pelo apoio e atendimento prestado junto aos serviços de Pós-Graduação do Programa.

A todos os colegas do curso pelo companheirismo, carinho e a troca de experiência e conhecimento que auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa.

A todos que de alguma forma ajudaram na realização do trabalho.

“Quem não pode fazer grande coisa,
faça ao menos o que estiver na medida de suas forças;
certamente não ficará sem recompensa.”

Santo Antônio de Pádua

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 FAMÍLIA ANNONACEAE.....	13
2.1.1 Distribuição Geográfica.....	13
2.1.2 Gênero <i>Xylopia</i> sp.....	14
2.1.3 <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.....	15
2.1.4 Potenciais econômicos da espécie <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.....	18
2.2 FATORES QUE DIFICULTAM A GERMINAÇÃO.....	20
2.2.1 Dormência.....	20
2.2.2 Mecanismos de dormência na família Annonaceae.....	22
2.2.3 Superação da dormência em <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.....	22
3. OBJETIVO.....	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1 COLETA DOS FRUTOS.....	27
4.2 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	30
4.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1 ANÁLISE ESTATÍSTICAS DAS CONDIÇÕES PRÉ-GERMINATIVAS EM SEMENTES DE <i>XYLOPIA AROMÁTICA</i> COLETADA EM OUTUBRO DE 2020.....	35
5.1.1 Desenvolvimento da <i>Xylopia aromatica</i> em diferentes substratos.....	37
5.1.2. Efeito das condições de tratamento pré- germinativos sobre a probabilidade de emergência das plântulas de <i>Xylopia aromatica</i>	38
5.1.3. Efeito das condições de tratamento sobre o tempo médio de emergência de plântula (dias) e o índice de velocidade de emergência da plântula (%) de <i>Xylopia aromatica</i>	42
5.1.4. Efeito das condições de tratamento pré-germinativos sobre o Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) de plântulas da <i>Xylopia aromatica</i>	43
6. CONSIDERAÇÕES.....	47
7. REFERÊNCIAS.....	49

RESUMO

Avaliação comparativa de métodos para germinação de *Xylopiya aromatica* (lam.) mart. em condições de viveiro

Dentre as espécies pertencentes da família Annonaceae, a *Xylopiya aromatica* vem demonstrando seu potencial em diversas áreas, o que aumenta a necessidade de estudo sobre esta espécie. Este trabalho visou superar a dificuldade de cultivo desta espécie em viveiro devido à dormência morfológica e fisiológica da semente, o que tem impossibilitado a produção em escala que permita atender a sua demanda de mercado. Assim objetivamos avaliar a eficiência de diferentes métodos de germinação da *Xylopiya aromatica* aplicados em condições de viveiro, a fim de estabelecer um protocolo eficiente de produção de mudas da espécie. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial de tratamentos 2x7, considerando os fatores: Tipo de substrato: Areia Fina (AF) e Composto Orgânico Comercial (COC); Condições de semente: Controle (T1); Escarificação Mecânica (T2); Escarificação Mecânica + Imersão em água (T3); Imersão em água à 60°C (T4); Armazenamento em saco plástico (T5); Armazenamento em saco plástico com composto orgânico (T6); Semeadura direta do fruto (T7) com 4 repetições totalizando 56 unidades experimentais. As variáveis avaliadas foram: comprimento (cm) do hipocótilo e da raiz primária, tempo médio de emergência da plântula (T), índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) e probabilidade de emergência da plântula (%). Os resultados das análises apresentaram diferença significativa entre os tipos de substrato, em que se observou a emergência de plântulas de *X. aromatica* apenas em Composto Orgânico Comercial, ao contrário da Areia Fina (AF) que não foi eficiente para a germinação e emergência de plântulas desta espécie. Entre as condições de tratamento de semente houve diferença significativa apenas para a variável comprimento (cm) do hipocótilo e da raiz primária em que T7 foi inferior a T1, T3, T4, T5 e T6 que apresentaram melhor desenvolvimento radicular. Já T2 não difere de T1, T3, T4, T5, T6 e T7. As variáveis tempo médio de emergência da plântula (T), índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) e probabilidade de emergência da plântula (%) não apresentaram diferença significativa. Mesmo os tratamentos pré-germinativos não apresentaram diferenças significativas entre eles, evidenciaram o efeito sobre a superação da dormência morfofisiológica das sementes, além disso, o efeito dos tratamentos pré-germinativos para o índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) e probabilidade de emergência da plântula (%) demonstram diferença no tempo de emergência de plântulas da *X. aromática* com os encontrados na literatura. Além disso, considerou-se ainda que o período de coleta dos frutos tenha influenciado no potencial germinativo das sementes.

Palavras-chave: *Xylopiya aromática*, Germinação, Composto orgânico

ABSTRACT

Comparative evaluation of methods for germination of *Xylopia aromatica* (lam.) mart. In nursery conditions

Among the species belonging to the Annonaceae family, *Xylopia aromatica* has been demonstrating its potential in several areas, which increases the need to study this species. This work aimed to overcome the difficulty of cultivating this species in a nursery due to the morphological and physiological dormancy of the seed, which has made it impossible to scale production to meet its market demand. Thus, we aimed to evaluate the efficiency of different germination methods of *Xylopia aromatica* applied under nursery conditions, in order to establish an efficient protocol for the production of seedlings of the species. The design was completely randomized (DIC) in a factorial arrangement of 2x7 treatments, considering the following factors: Substrate type: Fine Sand (AF) and Commercial Organic Compost (COC); Seed conditions: Control (T1); Mechanical Scarification (T2); Mechanical Scarification + Water Immersion (T3); Immersion in water at 60°C (T4); Storage in plastic bag (T5); Storage in plastic bag with organic compound (T6); Direct sowing of the fruit (T7) with 4 repetitions totaling 56 experimental units. The variables evaluated were: length (cm) of the hypocotyl and primary root, mean time to seedling emergence (T), seedling emergence velocity index (IVE) and probability of seedling emergence (%). The results of the analyzes showed a significant difference between the types of substrate, in which the emergence of *X. aromatica* seedlings was observed only in Commercial Organic Compost, as opposed to Fine Sand (AF), which was not efficient for germination and seedling emergence of this species. Among the seed treatment conditions, there was a significant difference only for the variable length (cm) of the hypocotyl and primary root, where T7 was inferior to T1, T3, T4, T5 and T6, which presented better root development. T2 does not differ from T1, T3, T4, T5, T6 and T7. The variables mean seedling emergence time (T), seedling emergence velocity index (IVE) and seedling emergence probability (%) did not show significant differences. Even the pre-germination treatments do not show significant difference between them, they show an effect on overcoming the morphophysiological dormancy of the seeds, in addition to the effect of pre-germination treatments for the seedling emergence speed index (IVE) and seedling emergence probability (%) show a difference in the emergence time of *X. aromatic* seedlings with those found in the literature. In addition, it was considered that the period of fruit collection has influenced the germination potential of the seeds.

Keywords: *Xylopia aromatic*, Germination, Organic compost

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribuição geográfica da família Annonaceae (STEVENS, 2017)13
- Figura 2.** Distribuição do gênero *Xylopia* na África, Ásia e América (MAAS, LOBÃO & RAINER, 2015; JOHNSON & MURRAY, 2018; TURNER & UTTERIDGE, 2017)14
- Figura 3.** Mapa de ocorrência da espécie *X. aromatica* no Brasil, uma representação espacial da distribuição da espécie elaborado pelo CNCFlora, baseada nos registros.....16
- Figura 4.** (A) Exemplar jovem de *X. aromatica* (Lam.) Mart. em campo; (B) Representação do ritidoma não escamoso do caule de *Xylopa aromatica*.....17
- Figura 5.** *X. aromatica*; (A) Flores de um exemplar em campo; (B) Apresentação dos estágios dos frutos com folículos abertos expondo a semente e fechados.....18
- Figura 6.** Área da coleta dos frutos pertencentes ao CEPTA/ICMBio em Pirassununga – SP.....28
- Figura 7.** *X. aromatica*; (A e B) momento da coleta dos frutos na reserva biológica do CEPTA/ICMBio em Pirassununga – SP, (C) presença da linha roseada.....29
- Figura 8.** Esquema representativo do método de coleta dos frutos de *X. aromatica* no campo, selecionando o indivíduo com aspecto mais desenvolvido como matriz principal.....29
- Figura 9.** *Xylopia aromatica*; (A) frutos armazenados em saco plástico apresentando início de decomposição, (B e C) frutos em estado de decomposição.....31
- Figura 10.** (A) Frutos selecionados para os tratamentos T5, T6 e T7, sementes extraídas manualmente dos frutos para os tratamentos T1, T2, T3 e T433
- Figura 11.** Vasos distribuídos em viveiro e com os substratos Areia Fina (AF) e Composto Orgânico Comercial (COC), após a irrigação.....34
- Figura 12.** *X. aromatica*. (A) Início da emergência das plântulas; (B) Conjunto de plântulas desenvolvidas; (C) Plântulas ainda presas ao fruto em estado de decomposição.....41
- Figura 13.** Diferença entre o comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) de *X. aromatica*, nas condições de tratamento de sementes.....45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Representação simplificada dos principais tipos de dormência e suas classificações (SANTANA et al., 2020)21
- Tabela 2.** Tratamentos experimentais combinação dos fatores: condição de semente e tipo de solo.....32
- Tabela 3.** Dados obtidos na primeira fase do experimento: Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm), tempo médio de emergência da plântula (dias), índice de velocidade de emergência da plântula (%) e Emergência % em função de condição da semente e substrato.....36
- Tabela 4.** Análise do percentual de emergência de sementes da *X. aromatica* sobre diferentes condições de tratamento.....39
- Tabela 5.** Análise do Tempo médio de emergência da plântula (T) e o índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) de *X. aromatica* sobre diferentes condições de tratamento.....42
- Tabela 6.** Análise do Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) de *X. aromatica* sobre diferentes condições de tratamento.....44

1. INTRODUÇÃO

Estudos com espécies pertencentes à família Annonaceae estão sendo desenvolvidos por esta incluir uma diversidade de árvores frutíferas de interesse econômico, que se encontra em ampla distribuição, com centro de diversidade nas regiões Neotropicais, Afro-tropical e região Indo-malaia. Dentre estas espécies, podemos encontrar potenciais voltados para a gastronomia, farmacologia e a utilização de extratos da flor, fruto e sementes (KRINSKI et al., 2014).

Apesar dos conhecimentos já obtidos na literatura sobre os gêneros desta família, são poucas as informações de manejo das espécies que o compõem, como por exemplo, o gênero *Xylopia* que é composto por aproximadamente 160 espécies, em que uma minoria destas possuem estudos sobre a superação da dormência e o cultivo. Algumas das espécies mais conhecidas no Brasil são *Xylopia sericea*, *Xylopia emarginata*, *Xylopia brasiliensis* e *Xylopia aromatica*, em que os estudos sobre elas demonstram a necessidade da superação da dormência da semente para o seu cultivo (OLIVEIRA, 2016; SUFFREDINI, 2018).

Mesmo a dormência representando uma excelente estratégia de perpetuação ao permitir às espécies formarem uma reserva genética no solo (banco de sementes), através de mecanismos caracterizados como físicos, químicos, mecânicos ou orgânicos, esta representa uma das principais dificuldades de manejo destas espécies. Como por exemplo, a *Xylopia aromatica* ou pimenta-de-macaco como é popularmente conhecida, que consta na lista de espécies recomendada pela Resolução SMA 47/2003 (lei do estado de São Paulo) para a utilização na recuperação de áreas degradadas (LOPES & NASCIMENTO, 2012; SOCOLOWSKY et al., 2011).

Isto se deve ao fato da *X. aromatica* possuir elevada resiliência após períodos extremos, tais como fogo ou geadas, tendo como característica habitar áreas perturbadas como bordas e clareiras, além disso, seus componentes fitoquímicos estão despertando interesse em outras áreas de estudo tal como agronomia. Embora seja reconhecida, a espécie ainda possui peculiaridades na superação de sua dormência o que leva alguns autores a descreverem a dificuldade do cultivo da mesma em viveiro (VIEIRA, 2016). Fazendo-se necessários estudos para quebra de dormência em condições de viveiro que possibilitem o cultivo da *X. aromatica*. Posto isso, o objetivo deste estudo é avaliar a eficiência de diferentes métodos de germinação da *X. aromatica* aplicados em condições de viveiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FAMÍLIA ANNONACEAE

2.1.1 Distribuição Geográfica

As Annonaceae possuem distribuição Pantropical, ocupando as regiões tropicais e subtropicais dos continentes Africano, Asiático, América do Sul e América do Norte como mais bem representado na figura 1 (KRINSKI et al., 2014; MAAS et al., 2015; KIILL & COSTA, 2003). Está é de grande importância ecológica por desempenhar a diversidade e a abundância de indivíduos de árvores aromáticas, arbustos e uma pequena parcela de lianas, sendo a principal família e a mais numerosa da ordem Magnoliales descrita pelo Botânico Antoine Laurent de Jussieu como a mais uniforme tanto nos aspectos botânicos como estruturais, é composta atualmente por 109 gêneros e 2.440 espécies registradas e catalogadas até o presente momento (CHATROU et al., 2012; COUVREUR et al., 2012; LOBÃO, ARAUJO & KURTZ, 2005).

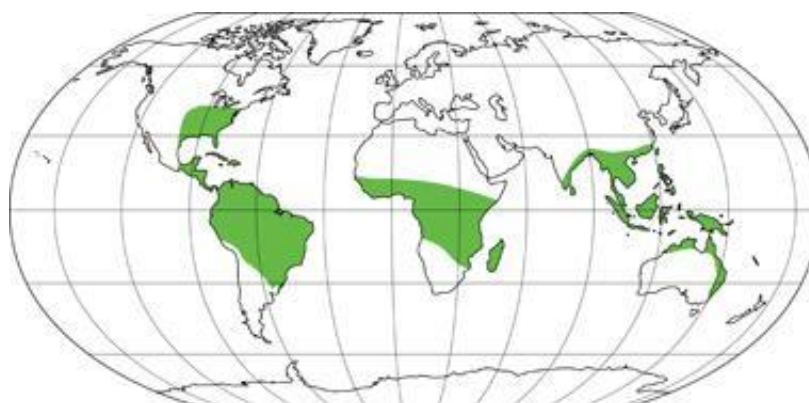


Figura 1. Distribuição geográfica da família Annonaceae (STEVENS, 2017).

Em geral as espécies que fazem parte da família Annonaceae possuem características marcantes que as caracterizam, como: a presença de fibras longas e resistentes nas cascas, folhas inteiras, alternadas e dísticas, flores axilares ou raramente terminais, sendo seus frutos principalmente apocárpicos (MAAS et al., 2007; CUNHA, 2009; STEVENS, 2017).

No Brasil, a família Annonaceae é representada por 29 gêneros e 386 espécies, no qual nas regiões Neotropical são 34 gêneros descritos até o momento (RIBEIRO et al., 2016; COUVREUR et al., 2012; SANTOS, 2007). Encontra-se distribuída em três biomas Brasileiros: a Amazônia com 27 gêneros e 287 espécies abrangendo o maior número de diversidade de Annonaceae em nosso território, na Mata Atlântica são 15 gêneros e 91 espécies, entre estas 2 gêneros e 40 espécies são endêmicas (MAAS et al., 2015).

No Cerrado são encontrados 10 gêneros de Annonaceae, entre eles nenhum é endêmico, porém algumas das 47 espécies identificadas são de ampla distribuição e popularmente conhecidas como, por exemplo, *Duguetia furfuracea* (A.St.-Hil.) Saff., *Annona crassiflora* Mart. e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (LOPES & SILVA, 2014), espécies pertencentes aos gêneros mais representativos da família da Annonaceae no Brasil, sendo estes, *Guatteria*, *Duguetia*, *Annona* e *Xylopia* (SANTOS, 2016; JOSÉ et al., 2007).

2.1.2 Gênero *Xylopia* sp

Xylopia sp é um dos maiores gêneros pertencentes à família da Annonaceae com distribuição Pantropical, se destaca dentre os gêneros como a mais ampla em distribuição, possuindo de 100 a 160 espécies já catalogadas (LOPES & SILVA, 2014; VELARDE, 2015; MAAS et al., 2007). Até o momento foram registradas 70 espécies no continente África, 40 espécies no continente Asiático e 50 espécies nas Américas, dentre estas 32 espécies distribuídas pelo território brasileiro, principalmente na região amazônica (Figura 2) (SILVA, 2015; LOPES & SILVA, 2014; MOREIRA et al, 2005; DIAS et al., 1998).

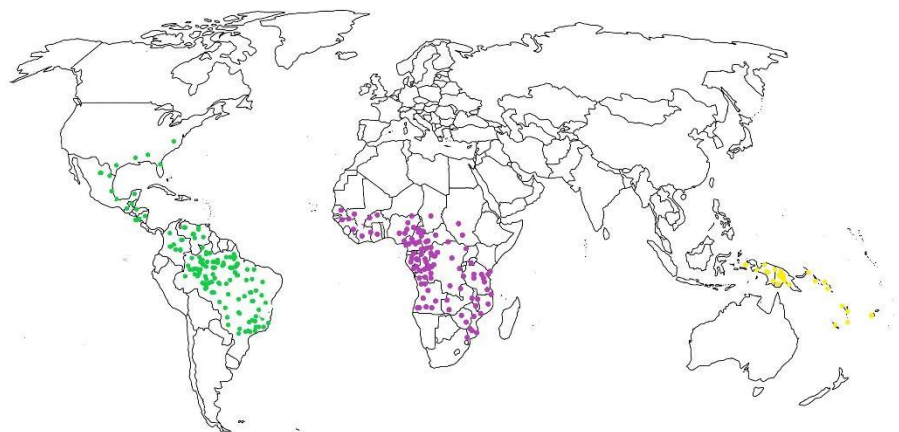


Figura 2. Distribuição do gênero *Xylopia* sp na África, Ásia e América (MAAS, LOBÃO & RAINER, 2015; JOHNSON & MURRAY, 2018; TURNER & UTTERIDGE, 2017).

As espécies pertencentes ao gênero *Xylopia* sp apresentam características botânicas que os autores descrevem como arbusto ou árvores podendo ser reconhecida pela sua copa piramidal com ramos e folhas pendentes com flores axilares em glomérulos, solitárias ou em pares, com coloração branca, amarela ou avermelhada que varia de acordo com a espécie (LOPES & SILVA, 2014; DIAS et al., 1998, FILHO, 2021), seus frutos apresentam carpídios livres onde

geralmente se encontra mais de uma semente, estes são deiscentes apresentando uma linha rosada de decência (LOCARD, 2011; DIAS et al., 1998).

O gênero *Xylopia* sp é reconhecido por apresentar uma grande diversidade de propriedades medicinais (FILHO, 2021; OLIVEIRA, 2016; SUFFREDINI, 2018), além destas demonstrarem potencial em outras áreas como na gastronomia (BARBIERI, 2009), agricultura entre outros (NUVOLONI ET et al., 2011), um exemplo de espécie representativa deste gênero que vem sendo estudada pelos seus potenciais é a *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (OLIVEIRA et al., 2017).

2.1.3 *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.

A *Xylopia aromatica* (Annonaceae), é uma das espécies mais representativas do gênero no Brasil, sua ocorrência foi registrada nos estados de Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Bahia, Piauí, Maranhão, Rondônia, Tocantins, Amazonas, Pará, Amapá e Roraima (Figura 3), sendo estes ambientes com característica arenosa (BARBOSA, 2008; CNCFlora, 2012; DIAS et al., 1998). Em cada região está é conhecida popularmente por diferentes nomes entre eles: pimenta-de-macaco, pindaíba, pindaíba-de-macaco, pindaíba-do-campo, bananinha, begerecum, quais açoita-cavalo, cedro-do-campo, envireira, imbiriba e pimenteira (LORENZI, 2016; DURIGAN, 2004).

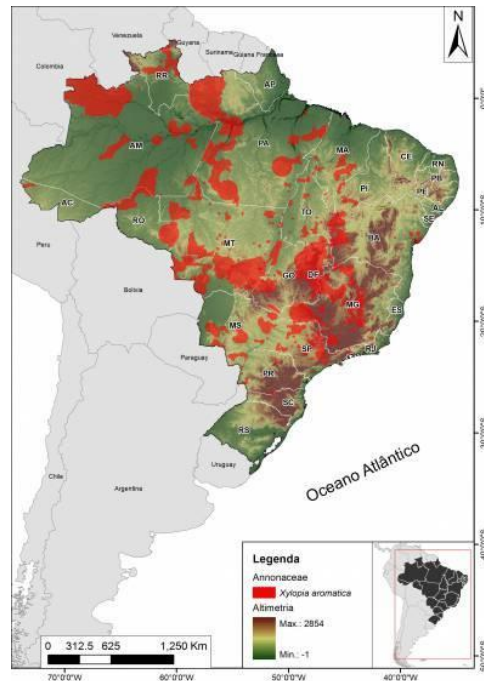


Figura 3. Mapa de ocorrência da espécie *X. aromatica* no Brasil, uma representação espacial da distribuição da espécie elaborado pelo CNCFlora, baseada nos registros de amostras botânicas (CNCFlora, 2012).

A *X. aromatica* é uma espécie de classificação primária de aproximadamente 4 a 6 metros de altura e tronco com DAP (diâmetro a altura do peito) entre 15 e 25cm (LORENZI, 2016, CAMARGO, 2011), com ritidoma não escamoso. Em indivíduos jovens seus ramos são densamente áureo-tomentosos, em indivíduos adultos espessamento tomentosos, os pecíolos presentes são densamente áureos a acinzentado-tomentosos, lâmina simples, lanceoladas, alternas dísticas, pubescentes em ambas as faces com médias de 10 cm de comprimento e 3 cm de largura (Figura 4.) (PONTES & SILVA, 2005, DURIGAN, 2004).

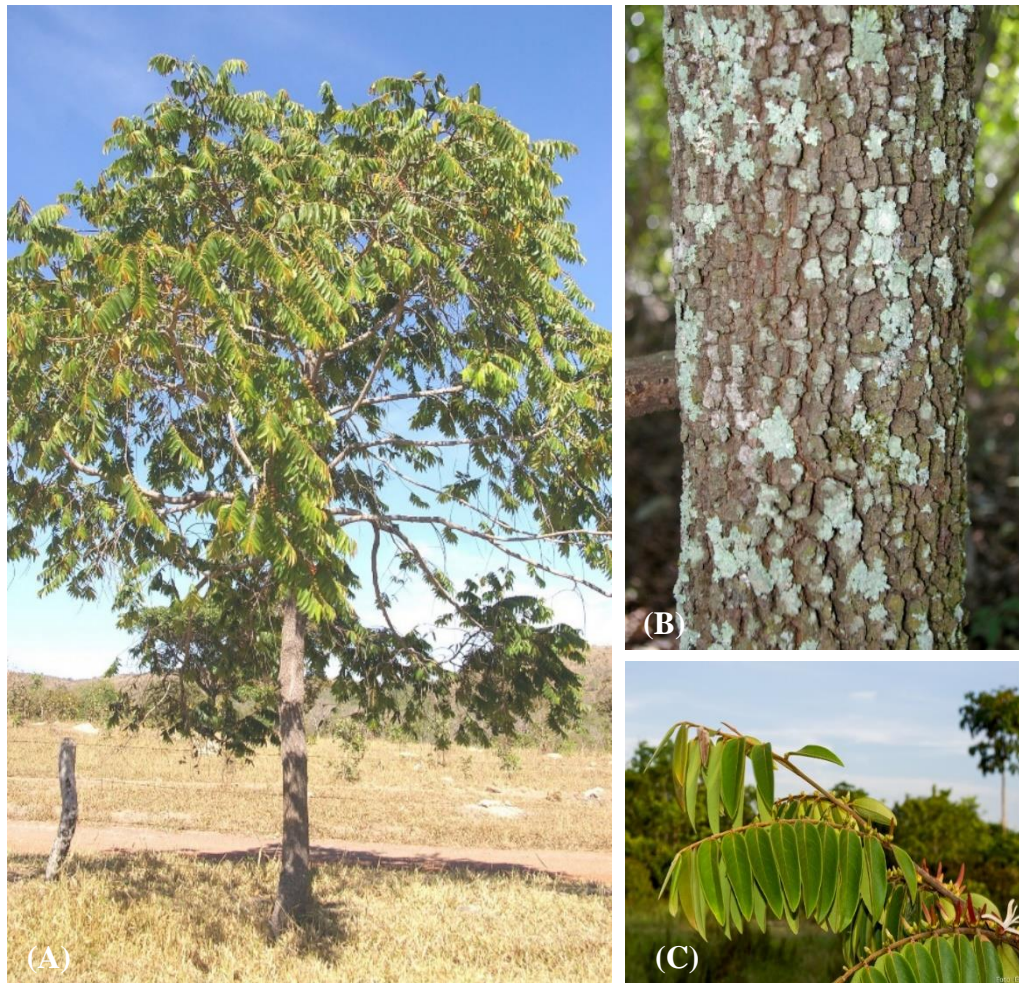


Figura 4. (A) Exemplar jovem de *Xylopa aromatica* (Lam.) Mart. em campo; (B) Representação do ritidoma não escamoso do caule de *Xylopa aromatica* (Lam.) Mart.; (C) Apresentação da disposição das folhas no ramo.

Possui flores brancas bissexuais, inflorescência de 2 a 3 flores ou solitárias (PONTES & SILVA, 2005; SILVA, 2016). Segundo a descrição de Castellani et al. (2001) os frutos são cápsulas acuminadas aromáticos deiscentes como polifolículo que se abrem ao longo de uma única sutura ventral caracterizada por Locard (2011) como linha roseada de deiscência (Figura 5), além do fato de serem relativamente carnosos dificultando a caracterização do fruto como seco. Estes possuem coloração verde por fora quando imaturo, quando maduro endocarpo róseo-avermelhado e epicarpo verde-avermelhado, tendo aproximadamente 4 cm de comprimento (DURIGAN, 2004).



Figura 5. *Xylopiya aromatica*; (A) Flores de um exemplar em campo; (B) Apresentação dos estágios dos frutos com folículos abertos expondo a semente e fechados; (C) Presença da linha roseada de deiscência. **Fonte.** Autor.

Os registros encontrados na literatura referente ao período de floração e frutificação desta espécie descrevem que este ocorre de uma a duas vezes ao ano, de acordo com Lorenzi, (2016) a obtenção dos frutos pode ocorrer entre Setembro a Novembro período descrito por ele com maior intensidade comparado a Abril a Julho, no entanto, segundo Soares et al. (2014) os maiores picos de frutificação observado por ele estão em Janeiro e Abril, e baixa frutificação em Outubro, já Miranda-Melo et al. (2007) descreve que observou a floração e a frutificação desta espécie em todos os meses do ano em sua área de estudo.

2.1.4 Potenciais econômicos da espécie *Xylopiya aromatica* (Lam.) Mart.

Alguns estudos demonstram potenciais de uso da *X. aromatica* na alimentação, em substituição a pimenta do reino devido a semelhança no paladar, porém mais suave (OLIVEIRA et al., 2017; MAIA, 2013) e Barbieri (2009) descreve que sua utilização na gastronomia é

basicamente regional, uma vez que é pouco conhecida fora de seu local de distribuição, entretanto, existem registros que relatam a utilização desta espécie pelos povos ameríndios desde o século XIX (OLIVEIRA, et al, 2012). Também Teixeira et al. (2019) em sua revisão com o objetivo de procurar espécies frutíferas da biodiversidade brasileira aptas para consumo, argumenta que incentivar o consumo do fruto da *X. aromatica* pode auxiliar na prevenção de doenças.

Na medicina popular é utilizada como diurético, vermífugo, antigases intestinais, febres e hemorroidas (OLIVEIRA, 2016). Segundo Oliveira (2014) os frutos de *X. aromatica* podem modular as alterações metabólicas associadas à obesidade, especialmente as que estão relacionadas ao metabolismo da glicose, o autor destaca ainda que a espécie pode ajudar a minimizar problemas de disfunção metabólicas, no qual, Oliveira et al. (2017) com o objetivo de verificar o potencial de uso da *X. aromatica* como alimento funcional, conclui que os frutos são ricos em substâncias fenólicas e, portanto, podem ajudar no manejo de tais distúrbios.

Em seu trabalho com o objetivo de isolar Acetogeninas Anonáceas (ACGs) da família da Annonaceae, Neske et al. (2020) explica que as ACGs são ricas em propriedades biológicas, possuindo efeitos imunossupressores, antiparasitários, neurotóxicos, antineoplástico, pesticidas e citotóxicos, onde *X. aromatica* se encontra entre as espécies isoladas que possuem estes potenciais. Liaw et al. (2016) afirma que as ACGs possuem efeitos citotóxicos e antitumorais demonstrando seu forte potencial farmacológico, já que esta possui atividade citotóxica contra linhagens de células de câncer de mama e de próstatas (SUFFREDINI, 2018). Aranaga et al., (2020) confirma sua eficiência como antimicrobiana, já que o extrato desta planta foi um excelente inibidor para o crescimento de *Mycobacterium tuberculosis* o agente responsável pela maioria dos casos de tuberculose. Outros autores evidenciam uma moderada ação antimicrobiana em *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*, ação antifúngica contra *Candida albicans* (NASCIMENTO et al., 2018) e atividade antiprotozoária para *Trypanosoma cruzi* (ARAUJO, 2019).

Além destes exemplos, Silva et al. (2017) ressalta que o óleo essencial de *X. aromatica* mostrou-se eficiente na mortalidade da praga *Diabrotica speciosa* em soja e apresenta perspectivas de uso como inseticida natural no controle de pragas. Nuvoloni et al., (2011) em sua pesquisa confirma que fragmentos desta espécie também podem contribuir com o controle de pragas agrícolas, já que esta, apresentou abrigar uma diversidade de ácaros que podem ser possíveis predadores de pragas das monoculturas próximas ao fragmento. Pesquisas recentes demonstram a eficiência do óleo essencial in natura e nanoencapsulados da *X. aromatica* como

uma alternativa para o controle químico da *Bemisia tabaci* (Mosca-branca), uma praga agrícola de distribuição mundial (PERES et al., 2020). As propriedades biológicas existentes no extrato da *X. aromatica* possibilitam a sua utilização em campos agrícolas como uma opção para o manejo de ervas daninhas e fitopatógenos (NOVAES, TORRES & SANTOS, 2016).

Também Simioni et al., (2018) destaca o potencial da *Xylopiia aromática* na recuperação ambiental, em que descreve a capacidade da espécie de se estabelecer e se desenvolver em condições xéricas, o que assegura sua sobrevivência em ambientes savânicos, características que para ele é o que torna esta espécie recomendada para recuperação de áreas degradadas. Vasconcelos et al., (2020) ainda afirma que fatores como sua dispersão por aves e mamíferos podem contribuir com a recuperação das áreas degradadas gerando novas matrizes conservadas para possível fonte de coleta de sementes para recuperação de outras áreas impactadas. Além disso Saporetto, Neto & Almado (2003) em sua pesquisa observaram o potencial de resiliência da *X. aromatica* em uma área com remanescentes de *Eucalyptus grandis*, afirmando que esta espécie é capaz de se estabelecer em ambientes extremos.

2.2 Fatores que dificultam a germinação

2.2.1 Dormência

Segundo Vivian et al. (2008) muitos autores definem dormência como a suspensão do período de crescimento, geralmente quando as condições ambientais não são favoráveis sendo descrita como a interrupção total dos processos metabólicos, no entanto, alguns estudos contrariam esta ideia demonstrando a atividade de síntese de proteínas e de ácidos nucleicos em sementes.

Sendo assim é aceito a existência de diferentes tipos de dormência, endógena ou natural, também denominada como dormência primária, relacionado totalmente aos eventos internos (embrião) estabelecida durante ao desenvolvimento da semente, ou seja, uma dormência intrínseca, onde a semente já é dispersa com estas características que quase sempre estão ligadas a inibidores fisiológicos ou imaturidade do embrião; dormência induzida ou secundária ligada às condições externas do endosperma, tegumento ou dificuldades impostas pelo tipo de fruto (SANTANA et al., 2020; OLIVEIRA, 2012; CARDOSO, 2009; BENECH-ARNOLD et al., 2000).

Considerando os conceitos apresentados, uma semente é classificada dormente quando as características morfológicas e bioquímicas inibem a germinação mesmo em ambientes com ótimas condições, por sua vez a dormência só é superada quando ocorre a embebição da semente e o aparecimento da raiz embrionária, ou seja, germinação (CARDOSO, 2009;

VIVIAN et al., 2008). Esta encontra-se subdividida em seis mecanismos apresentados abaixo na tabela 1.

Tabela 1. Representação simplificada dos principais tipos de dormência e suas classificações (SANTANA et al., 2020)

Tipo de Dormência	Natureza	Causa	Possíveis mecanismos
Fisiológica	Primária ou secundária	Inibição fisiológica envolvendo interação entre embrião e os tecidos adjacentes, porém controlada primariamente pelo embrião	Inibidores químicos Resistência dos envoltórios e potencial de crescimento do embrião Fotobalanciamento do fitocromo Balanço hormonal
Morfológica	Primária	Embrião indiferenciado ou subdesenvolvido	Embrião continua em fase de crescimento lento após a dispersão, sob influência de fatores ambientais
Morfofisiológica	Primária	Dormência fisiológica em embrião com dormência morfológica	Embrião precisa atingir um tamanho crítico Balanço entre promotores e inibidores Mobilização de reservas ao embrião Inibidores químicos
Física	Primária ou secundária	Estrutura do tegumento e/ou pericarpo	Resistência dos envoltórios à difusão de água e/ou gases ao embrião
Química	Primária	Inibidores químicos presentes na semente e/ou no fruto	Inibição do processo de germinação de embriões não-dormentes
Mecânica	Primária	Estrutura lenhosas do endocarpo ou mesocarpo	Resistência mecânica impede o crescimento do embrião.

Embora estes mecanismos de dormência, seja uma estratégia das plantas para a germinação de sua semente distribuída ao longo do tempo, na garantia da sobrevivência da espécie, ela implica nas atividades em viveiro com longos períodos para a superação da dormência, interferindo no programa de plantio estabelecido para produção, exigindo procedimentos para quebra de dormência que acarretam no encarecimento da produção (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; LOPES & NASCIMENTO, 2012).

2.2.2 Mecanismos de dormência na família Annonaceae.

Segundo Dalanhol (2017) as sementes de Annonaceae possuem uma padronização em suas características descrita por ele como sementes achatadas, pericalazais, que possuem mesotesta fibrosa e ruminação produzida pelos tegumentos, além de abundantemente albuminosas, também Galastri (2008) observou a presença de arilo na região externa da micrópila das sementes.

Além destas características as Annonaceae também são reconhecidas por apresentarem sementes com pequenos embriões, compreendendo que as espécies pertencentes a esta família possuem dormência morfofisiológica ou morfológica (GALASTRI, 2008; BASKIN & BASKIN, 2004). No entanto na literatura são descritos três mecanismos de dormência identificados em sementes de espécies pertencentes à família Annonaceae como, dormência fisiológica (FERREIRA, DE-LA-CRUZ-CHACÓN & GONZÁLEZ-ESQUINCA, 2016), sementes que metade de sua população apresenta dormência morfofisiológica e a outra morfológica (CHEN et al., 2015) e dormência morfofisiológica (SAUTU et al, 2007; SILVA et al, 2007), sendo está o tipo de dormência apresentado pelas espécies pertencente ao gênero *Xylopia*, em específico a espécie *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (GALASTRI, 2008; SOCOLOWSKY et al. 2011).

2.2.3 Superação da dormência em *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com objetivo de superar a dormência morfofisiológica do embrião da *X. aromatica* e a dificuldade de produção dessa espécie em viveiro (SOCOLOWSKY et al., 2011; PORFÍRIO, 2016; VIEIRA, 2016). Socolowsky et al. (2011), avaliando a qualidade das sementes de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., por meio de imagens de raios-X e teste de emergência, concluiu que o peso da semente influencia na sua morfologia interna e na emergência da plântula, e que a eliminação de sementes malformadas e infestadas por insetos melhorou o potencial fisiológico do lote de semente.

Do mesmo modo, Porfírio (2016), relata que a dormência morfofisiológica do embrião é responsável por dificuldades de produção em viveiro, sendo necessária a utilização de fitormônios para quebra da mesma. No estudo desenvolvido, avaliou a influência da densidade das sementes e do ácido giberélico (GA₃) na germinação, concluindo que não houve germinação em nenhum dos experimentos. No entanto, Locard (2011) verifica que sementes maduras de *X. aromatica* são dispersas com um nível de dormência que pode ser reduzida por ácido giberélico (GA₃), e que em dias em que a amplitude térmica se encontra alta, aprofunda o nível de dormência tornando as sementes insensíveis a GA na concentração de 250µM.

Segundo Porfirio *et al.* (2019) a *X. aromatica* apresenta limitações em sua propagação seminal, o que também dificulta o seu cultivo em viveiro. O autor refere-se ao cultivo *in vitro* como uma alternativa para superar este fator, avaliando que o meio de cultura Murashige & Skoog (MS) acrescido de 3,55 μ M de benzilaminopurina (BAP) foi mais adequado na fase de multiplicação de gemas axilares, definindo assim o meio de cultura e concentrações de reguladores de crescimento mais adequados ao cultivo *in vitro* de *X. aromatica*, dando início a um protocolo de micropropagação da espécie.

A escolha dos tipos de substratos deve-se ao fato de avaliar a capacidade de desenvolvimento da *X. aromatica* em ambientes extremos. Os tratamentos para as sementes foram selecionados a partir dos métodos já utilizados por alguns autores para quebra de dormência desta espécie, no entanto foram adaptados a fim de que, as condições de beneficiamento das sementes *versus* tipo de solo de semeadura proporcionem condições similares ao seu ambiente natural, induzido e otimizando sua germinação.

3. OBJETIVO

Diante desse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes métodos de germinação da *Xylopiá aromática* aplicados em condições de viveiro, a fim de estabelecer um protocolo eficiente de produção de mudas da espécie.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente o experimento seria dividido em duas fases, onde a única distinção entre ambas seria o período de coleta dos frutos, sendo a primeira coleta feita em Outubro de 2020 e a segunda ocorreria Maio de 2021, a fim de observar se o período de frutificação da *X. aromatica* pode influenciar na qualidade do potencial germinativo das sementes ou sobre a dormência das mesmas. Contudo para o presente trabalho não foi possível realizar em Maio de 2021 a segunda coleta dos frutos e sementes para o desenvolvimento da segunda etapa do experimento, devido a paralização das atividades do local da coleta (CEPTA/ICMBio em Pirassununga), decorrente das precauções sanitárias tomadas no período da pandemia da COVID-19 para o estado de São Paulo, que também dificultou a coleta em outras áreas e a locomoção até as mesmas.

4.1 Coleta dos frutos

Os frutos de *X. aromatica* foram coletados na área do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais (CEPTA), Reserva Biológica do Cerrado de Emas estabelecido no distrito de Cachoeira das Emas, na cidade de Pirassununga, estado de São Paulo, do Instituto Chico Mendes de Conservação (ICMBio), localizado na Rodovia Prefeito Euberto Nemésio Pereira Godói, Km 6.5, S/n - também em Cachoeira das Emas. A área de coleta está situada nas coordenadas 21°57'6.36"S e 47°23'2.03"O (Figura 6), onde se encontra uma grande população desta espécie, a região apresenta características predominantes ao Cerrado Típico sendo este uma forma comum e intermediária entre o Cerrado Denso e o Cerrado Ralo, fisionomias que também podem ser encontradas na região.



Figura 6. Área da coleta dos frutos pertencentes ao CEPTA/ICMBio em Pirassununga – SP. Fonte: Google Earth

Os procedimentos para a coleta foram os indicados pelo Manual de Viveiro e Produção de Mudanças de Algumas Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado da Embrapa (OLIVEIRA et al., 2016), seguindo as recomendações, para seleção de bons frutos deve-se observar o estado fitossanitário das plantas, a fim de evitar pragas ou doenças que possam danificar o seu desenvolvimento. Os períodos da coleta foram realizados quando os frutos iniciaram a sua dispersão natural, no caso da *X. aromatica* estágio em que os frutos apresentaram a linha roseada de deiscência (Figura 7) (LOCARD, 2011). Como recomendado por Oliveira et al. (2016) para coleta em espécies arbóreas, optou-se pelo auxílio de um podão (um varão com gancho na ponta) para retirada dos frutos (Figura 7), seguindo alguns princípios de manejo sustentável, ou seja, não explorando os indivíduos em sua totalidade. Deste modo, a coleta foi realizada em mais de um exemplar, sendo uma a matriz e os demais coletados no entorno da mesma como representado na figura 8.



Figura 7. *Xylopia aromatica*; (A e B) momento da coleta dos frutos na reserva biológica do CEPTA/ICMBio em Pirassununga – SP, (C) presença da linha roseada de deiscência, com início da abertura de um fruto (Fonte. Autor).

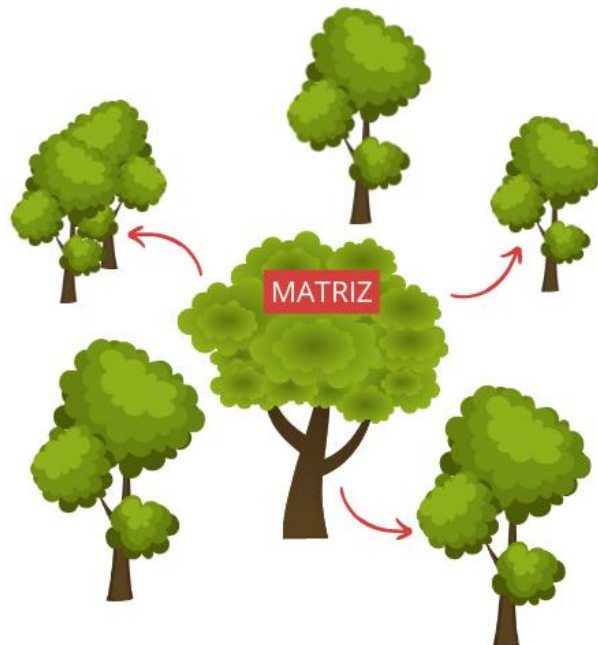


Figura 8. Esquema representativo do método de coleta dos frutos de *X. aromatica* no campo, selecionando o individuo com aspecto mais desenvolvido como matriz principal (Fonte. Autor).

4.2 Local do experimento

O estudo foi realizado em viveiros localizados na área da Empresa Grupo Guaçu Ltda, Industria Química que contribui com serviços relacionados ao tratamento da água e efluentes, onde juntamente com a empresa GRF Consultoria e o ICMBio, formaram uma parceria no desenvolvimento do Projeto Cerrado, que tem por objetivo buscar o desenvolvimento científico por meio de técnicas para restauração do cerrado e criação de procedimentos sustentáveis de plantio. A empresa Grupo Guaçu Ltda está localizada no município de Estiva Gerbi, estado de São Paulo, 21°16' de latitude Sul e 46°56' de longitude Oeste, altitude média de 637 metros. O clima é Cwb, subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno, em que a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22 °C, segundo o Sistema Internacional de Classificação de Köppen. A pluviosidade média anual é de 1365 mm, concentrada, principalmente, de outubro a março (Dados do INPE). Sendo assim, o Grupo Guaçu contribuiu com a infraestrutura necessária para o desenvolvimento do experimento, disponibilizando a utilização dos viveiros e de laboratório para análises. O experimento foi instalado em viveiro coberto com Sobrite 50%, Tela AV blue e Tela s vermelha.

4.3 Delineamento Estatístico e Tratamentos Experimentais

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente ao acaso (DIC), em arranjo fatorial de tratamentos 2x7, considerando os fatores: **Tipo de substrato (areia fina (AF) e composto orgânico comercial (COC))** e **Condições de semente (condições detalhadas a seguir)**, com 4 repetições cada, totalizando 56 unidades experimentais (vasos).

As condições de tratamento selecionadas para as sementes foram: **Controle (T1)**: as sementes foram extraídas manualmente dos frutos, sem passar por nenhum tipo de beneficiamento; **Escarificação Mecânica (T2)**: as sementes passaram pelo beneficiamento de escarificação mecânica manual com lixa nº150 do lado oposto do embrião; **Escarificação Mecânica + Imersão em água (T3)**: as sementes passaram pelo beneficiamento de escarificação mecânica manual em lixa nº150 do lado oposto do embrião, em seguida foram imersas em água em temperatura ambiente por 24 horas, logo após foram espalhadas em bandejas com papel toalha para secagem a sombra; **Imersão em água à 60°C (T4)**: as semente passaram pelo tratamento térmico, estas foram imersas em um becker com 250 ml de água aquecida a 60°C por 10 minutos, em seguidas foram espalhadas em bandejas com papel toalha para secagem a sombra. Para todos os tratamentos acima as sementes foram extraídas manualmente; **Armazenamento em saco plástico (T5)**: os frutos foram coletados e armazenados em sacos plásticos a sombra, até o momento em que se apresentam em estado de

decomposição natural ; **Armazenamento em saco plástico com composto orgânico (T6):** os frutos foram coletados e armazenados em saco plástico com 2 cm de substrato orgânico sobre eles a sombra, até o momento em que se apresentaram em estado de decomposição natural; **Semeadura direta do fruto (T7):** os frutos foram coletados e introduzidos nos substratos areia fina (AF) e composto orgânico comercial (COC) (Figura 9). Os tratamentos experimentais estão resumidamente discriminados na Tabela 2.



Figura 9. *Xylopia aromatica*; (A) frutos armazenados em saco plástico apresentando início de decomposição, (B e C) frutos em estado de decomposição prontos para serem levados ao viveiro, (D) frutos sem tratamento de pré- decomposição sendo introduzidos no substrato (Fonte. Autor).

Tabela 2. Tratamentos experimentais e combinação dos fatores: condição de semente e tipo de solo.

Condição de semente	Tipo de solo	
	Composto Orgânico Comercial	Areia Fina
Controle da semente	C+COC	CS+AF
Escarificação mecânica da semente	EMS+COC	EMS+AF
Escarificação mecânica em lixa n°120 + Imersão em água em temperatura ambiente da semente	EIS+COC	EIS+AF
Imersão em água aquecida a 60°C por 10 minutos	ITS+COC	ITS+AF
Armazenagem do fruto em saco plástico + Semeadura direta do fruto	FPS+COC	FPS+AF
Armazenagem do fruto em saco plástico com solo + Semeadura direta do fruto	FSS+COC	FSS+AF
Controle do fruto semeadura direta	CFS+ COC	CFS+AF

(COC = Composto Orgânico Comercial; AF= Areia fina; CS = Controle da Semente; EMS = Escarificação Mecânica da Semente, EIS = Escarificação Mecânica + imersão em água (Tamb) da Semente; ITS = Imersão em Água T=60°C; CF = Controle do Fruto; FPS= Armazenagem do fruto em saco plástico; FSS = Armazenagem do fruto no solo).

Em laboratório 240 frutos foram selecionados para os tratamentos T5, T6 e T7 sendo 10 frutos para cada repetição, para a escolha dos mesmos foi avaliado se estavam livres de insetos e com os folículos apresentando a linha roseada de deiscência. Para os demais tratamentos T1, T2, T3 e T4 as sementes foram retiradas manualmente dos frutos, no total foram selecionadas 1.600 sementes, sendo 50 para cada repetição conforme apresentado na figura 10. Para a escolha das sementes foi avaliado se estavam em boas condições, não apresentando deformidade morfológica e em bom estado fitossanitário.



Figura 10. (A) Frutos selecionados para os tratamentos T5, T6 e T7, sementes extraídas manualmente dos frutos para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 (Fonte. Autor).

Primeiramente os substratos Areia Fina (AF) e Composto Orgânico Comercial (COC) foram distribuídos em vasos com capacidade de 10L, com 10dm³ de substrato. A irrigação foi realizada por aspersão 2 vezes ao dia por 25 minutos cada, em dias alternados, seguindo o padrão do viveiro onde os vasos foram instalados (Figura 11).



Figura 11. Vasos distribuídos em viveiro e com os substratos substratos Areia Fina (AF) e Composto Orgânico Comercial (COC), após a irrigação (Fonte. Autor).

Para o experimento as variáveis avaliadas foram: emergência da plântula (%), índice de velocidade de emergência da plântula (%), tempo médio de emergência da plântula (dias) e comprimento (cm) do hipocótilo e da raiz primária. Aplicou-se análise de variância e, em caso de efeito significativo de tratamentos, as médias serão comparadas por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram obtidos com o auxílio de registro fotográficos com análises em viveiro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A repetição do experimento em períodos de coleta diferente visava avaliar o potencial germinativo dos frutos e sementes entre as duas épocas de frutificação da população de *Xylopia aromatica* pertencentes a Reserva Biológica do Cerrado de Emas, este possibilitaria comparar os dados com os resultados descritos por Soares et al. (2014) e Lorenzi (2016) referente ao melhor período de coleta dos frutos e sementes desta espécie para produção. No entanto acredita-se que a realização da coleta em outra região não forneceria resultados coerentes, pois as sementes pertenceriam a outra planta mãe (matriz) presente em diferentes condições ambientais que podem interferir na qualidade e quantidade dos frutos e sementes, de maneira que se optou por não realizar esta coleta.

5.1 Análise estatísticas das condições pré-germinativas em sementes de *Xylopia aromática* coletada em outubro de 2020.

Para obtenção dos resultados da primeira fase do experimento os efeitos dos tratamentos foi avaliado segundo esquema fatorial em delineamento inteiramente ao acaso com 4 repetições, considerando substratos como tratamentos principais e tratamentos da semente como tratamentos secundários. Foi aplicada análise de variância (teste F) e, em caso de efeito significativo de tratamentos, as médias foram comparadas por teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis avaliadas foram: comprimento (cm) do hipocótilo e da raiz primária, tempo médio de emergência da plântula (dias), índice de velocidade de emergência da plântula (%) e probabilidade de emergência da plântula (%). Conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3. Dados obtidos na primeira fase do experimento: Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm), tempo médio de emergência da plântula (dias), índice de velocidade de emergência da plântula (%) e Emergência % em função de condição da semente e substrato.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Médi a
Substrato	----- Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) -----							
COC	5,09a	3,93a b	6,22a	6,56a	6,54 ^a	5,81a	2,72b	10,54 a ¹
AF	0,00b	0,00b	0,00b	0,00 b	0,00b	0,00 b	0,00b	0,00 b
Média	5,09	3,93	6,22	6,56	6,54	5,81	2,72	
	-----Tempo médio de emergência da plântula (dias)-----							
COC	27,37	27,50	30,25	31,6 2	39,12	22,8 7	20,37	56,89 a
AF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Média	27,37	27,50	30,25	31,6 2	39,12	22,8 7	20,37	
	-----Índice de velocidade de emergência da plântula (%) -----							
COC	0,51	0,32	0,54	0,51	1,35	0,61	0,51	1,24 a
AF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Média	0,51	0,32	0,54	0,51	1,35	0,61	0,51	
	----- Emergência (%) -----							
COC	6,25	4,00	6,50	5,00	4,37	2,12	7,5	10,21 a
AF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Média	6,25	4,00	6,50	5,00	4,37	2,12	7,5	
	Comprimento		Tempo		Índice de velocidade		Emergência	
	Teste F ²	CV (%)	Teste F	CV (%)	Teste F	CV (%)	Teste F	CV (%)
Substrato	300,48* *	43,17	191,27* *	54,1 0	136,22* *	64,1 1	126,25* *	66,59
Tratament o	2,33*		1,14 ^{ns}		1,45 ^{ns}		1,12 ^{ns}	
PC x N	2,33*		1,14 ^{ns}		1,45 ^{ns}		1,12 ^{ns}	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²ns: não-significativo.* *: significativo a 1 % de probabilidade *: significativo a 5 % de probabilidade.

(COC = Composto Orgânico Comercial; AF= Areia fina; T1 = Controle da Semente; T2 = Escarificação Mecânica da Semente, T3= Escarificação Mecânica + imersão em água (Tamb) da Semente; T4 = Imersão em Água T=60°C; T5 = Armazenagem do fruto no sol; T6 = Armazenagem do fruto em saco plástico; T7 = Controle do Fruto).

5.1.1 Desenvolvimento da *Xylopia aromatica* em diferentes substratos.

Na análise dos resultados (**Tabela 3**) houve diferença significativa entre os tipos de substrato utilizados, onde se registrou a emergência de plântulas da *X. aromatica* apenas em Composto Orgânico Comercial (COC), não havendo emergência de plântulas em Areia Fina (AF).

A areia fina (A.F.) durante os três meses de experimento, não se mostrou eficiente para germinação, ao que parece o tipo de granulometria que foi cedida para o experimento e que é atualmente utilizada pelo viveiro do Grupo Guaçu, pode não ter sido adequado para o desenvolvimento da *X. aromatica*. Assim como Cunha (2017) que alcançou melhores resultados na germinação de *Annona mucosa* Jacq. em areia com granulometria média, também Ferreira et al. (2010) conclui que a areia media mostrou-se mais eficiente que o composto orgânico comercial para germinação de *Rollinia mucosa* (Jacq.), possivelmente testes de germinação da *X. aromatica* em areia de granulometria média proporcionaria melhores condições para germinação do que a areia fina (A.F.).

Bem como Silva (2007) indica a areia para experimentos que se busca comparar o desenvolvimento em diferentes substratos e Seneme et al. (2010) que obteve maior germinação de *Lafoensia pacari* St. Hil. em areia de granulometria fina, a escolha da areia fina (A.F.) como segundo substrato visou apresentar condições mais estressantes para germinação, emergência e desenvolvimento da plântula tais como um pH mais ácido com menos nutrientes disponíveis para o desenvolvimento, a fim de avaliar a capacidade da *Xylopia aromática* descrita por Simioni et al., (2018) de se desenvolver em ambientes extremos, no entanto a comparação destes dados não foram possíveis de avaliar pois não houve germinação em areia fina (A.F.).

Já o Composto Orgânico Comercial (C.O.C.) se mostrou eficiente para germinação desta espécie, onde proporcionou situações favoráveis para a emergência de plântulas da *X. aromatica* em algumas condições de tratamento pré-germinativos das sementes após um mês da instalação do experimento em viveiro, período menor do que o estabelecido por Locardi (2011) em seu experimento que começou a observar a emergência de plântulas desta espécie após 120 dias da implantação do experimento em composto orgânico similar ao utilizado.

De maneira semelhante Bezerra, Momenté & Filho (2004) em sua pesquisa utilizaram a variação do solo como um fator experimental na germinação de sementes de *Moringa oleifera*

Lam., em que obtiveram melhores resultados em composto orgânico comercial. Provavelmente as características apresentadas pelo substrato usado no presente trabalho proporcionaram diferentes situações para a germinação, simulando condições apresentadas no ambiente natural da espécie. Isto confirma a indicação do manual de cultivo de espécies nativas na utilização de compostos orgânicos comerciais para a produção da *X. aromática* em viveiro.

Durante o período do experimento houve a necessidade de incrementar uma análise visual diária para observar o comportamento de ambos os substratos após a irrigação, pois a indicada para viveiros de mudas florestais é irrigação por aspersão duas vezes ao dia, todos os dias por 30 minutos, e o padrão de irrigação adotado e utilizado pelo viveiro da Grupo Guaçu é irrigação por aspersão duas vezes ao dia por 25 minutos em dias alternados. Da mesma forma a Cohidro - Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe, descreve a eficiência da irrigação em dias alternados para a agricultura, e que esta não traz prejuízos aos produtores, reduzindo os custos com o consumo de água e a mão de obra.

Avaliando este modelo de irrigação no cultivo de espécies florestais como a *Xylopia aromatiaca* observou-se que durante o primeiro mês analisando as condições em que o solo se encontrava, o período de irrigação mostrou ser adequado para o desenvolvimento do experimento até a reiterada das plântula do substrato, mantendo o solo úmido nos dias sem irrigação, bem como Filho et al. (2013) que avaliou, que o regime de regas não alterou a produção e qualidade de mudas de *Myracrodruon urundeuva* em viveiro.

5.1.2. Efeito das condições de tratamento pré- germinativos sobre a probabilidade de emergência das plântulas de *Xylopia aromática*.

Com relação a probabilidade de emergência de plântulas não houve diferença significativa entre as condições de tratamentos de semente, como retratado na tabela 4. Contudo, tanto os tratamento pré-germinativos T1, T2, T3 e T4 em que as sementes foram extraídas dos frutos, quanto ao os tratamento T5, T6 e T7 em que os frutos foram introduzidos diretamente no substrato, apresentaram eficiência para superação da dormência das sementes de *X. aromática*, pois em todos os tratamentos foi possível observar a emergência de plântulas.

Tabela 4. Análise do percentual de emergência de sementes da *X. aromatica* sobre diferentes condições de tratamento.

Substrato	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Média
	----- Emergência (%) -----							
COC	6,25	4,00	6,50	5,00	4,37	2,12	7,5	10,21 a
AF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Média	6,25	4,00	6,50	5,00	4,37	2,12	7,5	
	Emergência							
	Teste F	CV (%)						
Substrato	126,25**	66,59						
Tratamento	1,12 ^{ns}							
PC x N	1,12 ^{ns}							

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²ns: não-significativo. * *: significativo a 1 % de probabilidade *: significativo a 5 % de probabilidade.

(COC = Composto Orgânico Comercial; AF= Areia fina; T1 = Controle da Semente; T2 = Escarificação Mecânica da Semente, T3= Escarificação Mecânica + imersão em água (Tamb) da Semente; T4 = Imersão em Água T=60°C; T5 = Armazenagem do fruto no solo; T6 = Armazenagem do fruto em saco plástico; T7 = Controle do Fruto).

De maneira semelhante Machado et al. (2015) avaliou a capacidade germinativa da *X. aromatica* após tratamentos pré-germinativos de escarificação tegumentar mecânica e térmica, concluindo que a escarificação mecânica foi mais eficiente, aumentando o índice de germinação desta espécie comparado ao controle e a escarificação tegumentar térmica. No presente trabalho observamos que os tratamentos T1- Controle, T2 - Escarificação Mecânica e T4- Imersão em água à 60°C, mesmo não apresentando diferença significativa entre eles, é notável a predisposição de T1 com diferença de 36% e T4 com diferença de 20% de se desenvolver melhor que T2, é provável que o período de coleta das sementes pode ter interferido no percentual germinativo, vendo que Machado et al. (2015) utilizou um mix de sementes coletadas em Outubro e Março, por este motivo a probabilidade de baixa qualidade das sementes coletadas em outubro fato também contestado por Soares et al. (2014), pode ter sido um dos fatores de interferência nos resultados.

Do mesmo modo a condição de tratamento T3 - Escarificação Mecânica + Imersão em água não apresentou diferença significativa, mesmo com as sementes escarificadas permanecendo 24 horas imersas em água a temperatura ambiente, porém não foram observadas se as sementes sofreram modificações em sua estrutura antes da semeadura, ou seja, se incharam com a embebição, o que nos permite inferir, que aumentar o período de imersão monitorando a

mudança da característica das sementes pode-se alcançar melhores resultados. Resultados semelhantes ao apresentado por Abdo & Fabri (2015) que observaram por meio da imersão das sementes por um período maior do que o utilizado no atual trabalho, que as sementes de *X. aromatica* necessitam passar por um processo de quebra de dormência combinada para superar a dormência tegumentar e embrionária, hipótese que possivelmente poderia ser observada em uma segunda repetição do experimento. Tendo em vista que T3 embora não tenha apresentado resultado significativo, apresentou diferença de 38% , com relação ao T2- Escarificação Mecânica e 23% de T4 - Imersão em água à 60°C.

Também as condições de tratamento T5- Armazenamento em saco plástico, T6- Armazenamento em saco plástico com composto orgânico e T7 - Semeadura direta do fruto, mesmo não apresentando diferença significativa, é viável acreditar que T7 possa ser um tratamento pré-germinativo a ser melhor explorado, tendo em vista que este apresentou o maior valor entre médias não significativas, com diferença de 17% de T1- Controle. Similar a Dalanhol (2017) que descreve a superação da dormência de *Annona cacans* por meio da fermentação dos frutos, as sementes de *X. aromatica* também demonstram respostas a este tipo de tratamento, em que foram observados a emergência em grupo das plântulas, geralmente de cinco a seis plântulas por grupo sendo este o total de sementes encontrados nos frutos de *X. aromatica* (Figura 12).

Além disto, durante o processo de retirada das plântulas do substrato percebemos que as mesmas ainda estavam presas aos frutos em estado de decomposição, estes foram retirados possibilitando visualizar o arranjo das raízes, conforme demonstrado na figura 12.



Figura 12. Plântulas de *X. aromatica*. germinadas no tratamento T7. (A) Início da emergência das plântulas; (B) Conjunto de plântulas desenvolvidas; (C e E) Plântulas ainda presas ao fruto em estado de decomposição; (D) Demonstração do arranjo das raízes dentro dos frutos, (F) fruto deiscente para melhor representar o total de plântulas emergidas com o número de sementes pertencentes ao fruto (Fonte: Autor).

Analisando a resposta da *X. aromatica* a os tratamentos T5, T6 e T7, e comparando ao trabalho de Ramos et al. (2016) que avaliou o potencial adenopático do extrato etanólico de *X. aromatica* sobre sementes de alface, entende-se que o fruto de alguma forma pode facilitar o beneficiamento das sementes. Bem como Porfirio (2016) e Locardi (2011) que realizaram a coleta dos frutos e semente entre agosto e dezembro, relatam que o período pode ter sido um dos fatores de interferência para a germinação e para o tempo de emergência das plântulas de *X. aromatica*, é possível que este fator também tenha interferido nos resultados do experimento já que somente foram testados frutos coletados apenas em outubro.

5.1.3. Efeito das condições de tratamento sobre o tempo médio de emergência de plântula (dias) e o índice de velocidade de emergência da plântula (%) de *Xylopi aromatica*

Não houve efeito significativo para o tempo médio de emergência de plântula (T) e o índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) da *X. aromatica* sob as condições de tratamento das sementes, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Análise do tempo médio de emergência da plântula (T) e o índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) de *X. aromatica* sobre diferentes condições de tratamento.

Substrato	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Média
-----Tempo médio de emergência da plântula (dias)-----								
COC	27,37	27,50	30,25	31,62	39,12	22,87	20,37	56,89 a
AF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Média	27,37	27,50	30,25	31,62	39,12	22,87	20,37	
-----Índice de velocidade de emergência da plântula (%)-----								
COC	0,51	0,32	0,54	0,51	1,35	0,61	0,51	1,24 a
AF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 b
Média	0,51	0,32	0,54	0,51	1,35	0,61	0,51	
	Tempo		Índice de velocidade					
	Teste F	CV	Teste F	CV				
		(%)		(%)				
Substrato	191,27**	54,10	136,22**	64,11				
Tratamento	1,14 ^{ns}		1,45 ^{ns}					
PC x N	1,14 ^{ns}		1,45 ^{ns}					

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²ns: não-significativo. * *: significativo a 1 % de probabilidade *: significativo a 5 % de probabilidade.

(COC = Composto Orgânico Comercial; AF= Areia fina; T1 = Controle da Semente; T2 = Escarificação Mecânica da Semente, T3= Escarificação Mecânica + imersão em água (Tamb) da Semente; T4 = Imersão em Água T=60°C; T5 = Armazenagem do fruto no solo; T6 = Armazenagem do fruto em saco plástico; T7 = Controle do Fruto).

De madeira similar a Locardi (2011) que observou em seu trabalho os primeiros registros de emergência de plântulas de *X. aromatica* em viveiro após quatro meses de experimento, é notável que os resultados obtidos no atual trabalho demonstram redução no tempo de germinação, em que foi possível observar a emergência das plântulas de *X. aromatica* em menos de dois meses de experimento. É possível que as condições de tratamentos em Composto Orgânico Comercial (COC) e o período de irrigação tenham proporcionado condições similares ao encontrado no ambiente natural para a embebição, germinação e emergência de plântulas desta espécie em um período menor.

Fatores que possivelmente também influenciaram no índice de velocidade de emergência das plântulas (IVE) de *X. aromatica*, que apresentou similaridade com a *Annona cacans* nos resultados obtidos por Dalanhol (2017). Assim como Porfirio (2016), Castellani et al. (2001) e Matteucci et al. (1997) que de forma similar trabalharam com a germinação da *X. aromatica*, não avaliaram o tempo médio de germinação (T) e o índice de velocidade de germinação (IVE) da espécie, o que demonstra a carência de dados sobre a germinação da espécie.

5.1.4. Efeito das condições de tratamento pré-germinativos sobre o Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) de plântulas da *Xylopia aromatica*

Para a variável comprimento do eixo hipocótilo-radicular houve diferença significativa nas médias em que T1 - Controle, T3 - Escarificação Mecânica + Imersão em água, T4 - Imersão em água à 60°C, T5 - Armazenamento em saco plástico e T6 - Armazenamento em saco plástico com composto orgânico apresentaram melhor desenvolvimento radicular. Já T7- Semeadura direta do fruto diferisse dos demais tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 apresentando desenvolvimento radicular inferior e T2 - Escarificação Mecânica não difere de T7 e nem dos demais tratamentos, como apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Análise do Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) de *X. aromatica* sobre diferentes condições de tratamento.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Média
Substrato	----- Comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) -----							
COC	5,09a	3,93ab	6,22a	6,56a	6,54a	5,81a	2,72b	10,54 a ¹
AF	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00 b
Média	5,09	3,93	6,22	6,56	6,54	5,81	2,72	

Comprimento								
	Teste F ²	CV (%)						
Substrato	300,48**	43,17						
Tratamento	2,33*							
PC x N	2,33*							

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²ns: não-significativo. * *: significativo a 1 % de probabilidade *: significativo a 5 % de probabilidade.

(COC = Composto Orgânico Comercial; AF= Areia fina; T1 = Controle da Semente; T2 = Escarificação Mecânica da Semente, T3= Escarificação Mecânica + imersão em água (Tamb) da Semente; T4 = Imersão em Água T=60°C; T5 = Armazenagem do fruto no solo; T6 = Armazenagem do fruto em saco plástico; T7 = Controle do Fruto).

A diferença de T7 dos tratamentos T5 e T6 demonstra que a presença do fruto possivelmente causa efeito no desenvolvimento radicular, considerando que ambos os tratamentos T5 e T6 os frutos passaram por um processo de pré-decomposição o que possivelmente facilitou a emergência e o desenvolvimento das raízes primárias através do pericarpo. Tal condição pode ser observada a partir da comparação dos tratamentos pré-germinativos T1, T2, T3 e T4 em que as sementes foram extraídas dos frutos, estes obtiveram melhores resultados no desenvolvimento radicular. No entanto, durante a medição das plântulas observou-se que embora houvesse diferença significativa no comprimento do eixo hipocótilo-radícula, as plântulas que pertenciam aos tratamentos T5 - Armazenamento em saco plástico, T6 - Armazenamento em saco plástico com composto orgânico e T7 - Semeadura direta do fruto, apresentaram a raiz primaria mais ramificadas comparadas aos tratamentos T1- Controle, T2 - Escarificação Mecânica, T3 - Escarificação Mecânica + Imersão em água e T4 - Imersão em água à 60°C, como apresentado na Figura 13.

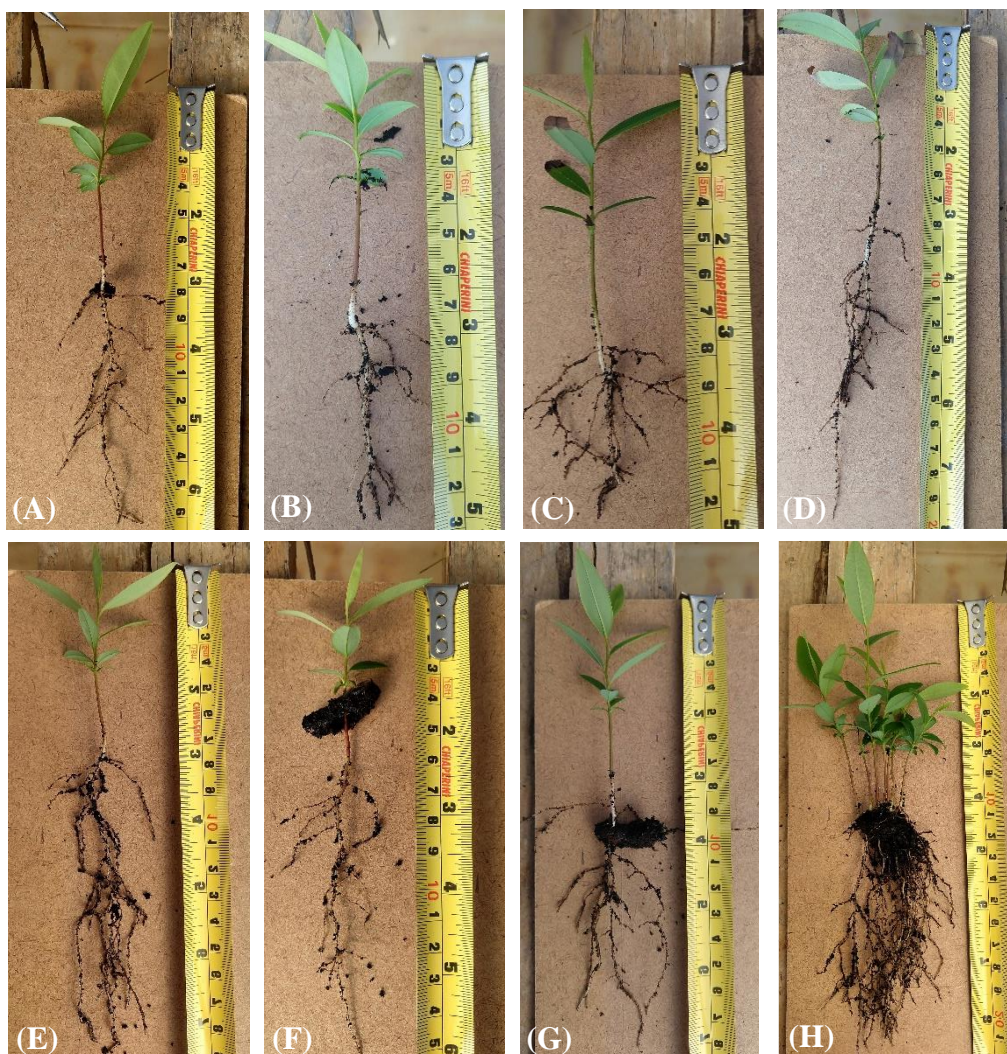


Figura 13. Diferença entre o comprimento do eixo hipocótilo-radícula (cm) de *X. aromatica*, nas condições de tratamento de sementes: (A) T1 - Controle; (B) T2 - Escarificação Mecânica; (C) T3 - Escarificação Mecânica + Imersão em água; (D) T4 - Imersão em água à 60°C; (E) T5 - Armazenamento em saco plástico; (F) T6 - Armazenamento em saco plástico com composto orgânico e (G) T7 - Sementeira direta do fruto; (H) medida do conjunto de plântulas presas ao fruto em decomposição.

Entende-se que esta diferença possa estar relacionada a presença do fruto, já que pode se observar nos tratamentos T5, T6 e T7 raízes primárias com um maior número de ramificações secundárias, possivelmente ocorre a emergência da radícula e o desenvolvimento em raiz primária ainda dentro do fruto que a conduz, favorecendo um maior número de ramificações laterais (melhor observado na figura 12. (D)) (ALMEIDA & ALMEIDA, 2014).

6. CONSIDERAÇÕES

A dificuldade na coleta dos frutos e sementes em maio impediu o desenvolvimento e obtenção de resultados da segunda fase do experimento, que impossibilitou verificar se a diferença no potencial germinativo entre os períodos de coleta. Por esse motivo, para melhores resultados seria interessante a repetição do experimento com frutos coletados no mês de maio. Entre os substratos utilizados a Areia Fina (AF) não se mostrou eficiente para os testes de germinação desta espécie, contudo testes do potencial germinativo de *X. aromática* em areia de diferentes granulometrias possibilitaria melhor avaliar a utilização desse substrato para seu cultivo. Ao contrário do Composto Orgânico Comercial (COC) que demonstrou eficiência no cultivo da *Xylopiá aromática*, proporcionando condições favoráveis para o seu desenvolvimento mesmo com o sistema de irrigação em dias alternados adotado pela Grupo Guaçu. As condições de tratamentos pre-germinativos mesmo sem diferença significativa proporcionaram a germinação e emergência de plântulas da *X. aromática* em condições de viveiro, com redução no tempo de emergência das plântulas comparado a Locardi (2011) e Lorenzi (2016). Diante do exposto, acreditamos deve-se explorar melhor as condições de tratamento T5, T6 e T7 já que os mesmos são de baixo custo para a produção e se igualaram a tratamentos já utilizados para superação da dormência da *Xylopiá aromática*.

7. REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; FABRI, E. G., TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: GUIA PRÁTICO PARA QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS. Pesquisa & Tecnologia, vol. 12, n. 2, Jul- Dez 2015.

ALMEIDA, M.; ALMEIDA, C. V., MORFOLOGIA DA RAIZ DE PLANTAS COM SEMENTES, - Piracicaba: ESALQ/USP, Coleção Botânica 1, 2014.

ARANAGA, C.A. et al. “Antimycobacterial and PknB Inhibitory Activities of Venezuelan Medicinal Plants.” *Jornal Internacional de Microbiologia* vol. 2020 8823764. 1 de agosto de 2020, doi: 10.1155 / 2020/8823764

ARAUJO, N. C. S. Viabilidade celular do extrato lipofílico da *xylopia aromatica* (lam.) mart. 2019. viii, 28 f. TCC (Graduação em Biomedicina) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Barra do Garças, 2019.

BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R. Pimentas – muitos tipos, muitas opções. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/pimentas/index.htm>. Acesso em: 6/12/2021

BARBOSA, R. I; BACELAR-LIMA, C. G. Notas sobre a diversidade de plantas e fitofisionomias em Roraima através do banco de dados do Herbário INPA. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, v. 4, n. 7, p. 131-154, 2008.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.

BENECH-ARNOLD, R. L. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Res.*, v. 67, n. 2, p. 105-122, 2000.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.

CAMARGO, M.G.C. et al., (2011). Effects of environmental conditions associated to the cardinal orientation of the reproductive phenology of the cerrado savanna tree *Xylopia aromatica* (Annonaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83(3):1007-19

CARDOSO, V. J. M. CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES, Departamento de Botânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2009.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4.ed. p. 588, Campinas, 2000.

CASTELLANI, E. D. et al. 2001. Caracterização morfológica de frutos e sementes de espécie arbórea do genero *Xylopia* (Annonaceae). *Revista Brasileira de sementes*, v.23,n.1,p.205-211.

CHATROU, L. W. et al., A new subfamilial and tribal classification of the pantropical flowering plant family Annonaceae informed by molecular phylogenetics. 2012, 169, 74–83. Acesso em: 26/08/2021. Disponível em: <https://afroannons.myspecies.info/sites/afroannons.myspecies.info/files/Chatrou%20et%20al%20Annonaceae%20classification.pdf>

CHEN, S.Y. et al., Seed dormancy and germination of the three tropical medicinal species *Gomphandra luzoniensis* (Stemonuraceae), *Nothapodytes nimmoniana* (Icacinaceae) and *Goniothalamus amuyon* (Annonaceae). *Seed Science Research*, v. 25, n. 1, p. 57–63, 2015.

CNCFlora. *Xylopia aromatica* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Xylopia aromatica](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Xylopia%20aromatica)>. Acesso em 29 outubro 2021.

COUVREUR, T. L. P. et al., Keys to the genera of Annonaceae, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2012, 169, 74–83. Acesso em: 26/08/2021. Disponível em: http://www.couvreurlab.org/uploads/6/4/8/8/64882181/couvreur_et_al_2012_keys_annonaceae.pdf

CUNHA, L. M. A. Estudo Fitoquímico e Biológico de *Duguetia riparia* (Annonaceae). UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA, Manaus, 2009.

CUNHA, L. Q. S. BIOMETRIA E MORFOFISIOLOGIA DE *Annona mucosa* Jacq. (Annonaceae) E SUA APLICAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA. Dissertação de Mestrado, ALTA FLORESTA-MT, 2017.

DALANHOL, S. J. MECANISMO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Annona cacans* WARM. (ANNONACEAE). INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU, BOTUCATU - SP 2017

DIAS, M. C. et al. Hipanto e tubo estaminal em *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae). *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, V.21, n.1, p.81-88, abr. 1998.

DURIGAN, G. et al. Plantas do Cerrado Paulista: imagens de uma paisagem ameaçada, Ed. São Paulo: Páginas & Letras e Gráfica Ltda., 2004.

FERREIRA G.; DE-LA-CRUZ-CHACÓN I.; GONZÁLEZ-ESQUINCA A. R. Overcoming seed dormancy in *Annona macrophyllata* and *Annona purpurea* using plant growth regulators. *Revista Brasileira de Fruticultura* 38: e-234. 2016.

FERREIRA, M. G. R. Emergência e crescimento inicial de plântulas de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) (Annonaceae) em diferentes substratos. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 31, n. 2, p. 373-380, abr./jun. 2010

FILHO, et al., Regime de Regas e Cobertura de Substrato Afetam o Crescimento Inicial de Mudanças de *Myracrodruon urundeuva*. *Floresta e Ambiente* [online]. 2013, v. 20, n. 4 [Acessado 29 novembro 2021], pp. 521-529. Disponível em: <<https://doi.org/10.4322/floram.2013.032>>. Epub 01 Out 2013. ISSN 2179-8087. <https://doi.org/10.4322/floram.2013.032>.

FILHO, S.S.J. DETERMINANTES AMBIENTAIS NA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *XYLOPIA AROMATICA* (ANNONACEAE) DA SAVANA DE RORAIMA. UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA, Roraima, 2021.

GALASTRI, N.A. MORFOANATOMIA E ONTOGÊNESE DE FRUTOS E SEMENTES DE *ANNONA DIOICA* A. ST.-HIL., *DUGUETIA FURFURACEA* (A. ST.-HIL.) SAFF. E

XYLOPIA EMARGINATA MART. (ANNONACEAE). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

IRRIGAÇÃO EM DIAS ALTERNADOS É VIÁVEL, GARANTE ESPECIALISTA SOBRE PERÍMETRO DA RIBEIRA, IMD Instituto Marcelo Déda, 2012. Disponível em: <http://www.institutomarcelodeda.com.br/irrigacao-em-dias-alternados-e-viavel-garante-especialista-sobre-perimetro-da-ribeira/>. Acessado em: 29 de novembro de 2021.

JOHNSON, D. M.; MURRAY, N.A. A revision of *Xylopi* L. (Annonaceae): the species of Tropical Africa. *PhytoKeys* 97: 1–252. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.97.20975>. Acesso em 29 Out. 2021.

JOSÉ, A. C. et. al., CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS DE MATA CILIAR QUANTO A TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, nº 2, p.171-178, 2007.

KIILL, L. H. P., COSTA, J. G. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.5, p.851-856, set-out, 2003.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial Inseticida de Plantas da Família Annonaceae. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, edição especial, e., p. 225-242, Fevereiro 2014. Acesso em: 25 de Agosto de 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/zH3T6dk7vhtB5jCTBFsZsVN/?lang=pt&format=pdf>

LIAW, C.C. et al., 2016. Acetogenins from an-nonaceae. In: Kinghorn, A.D., Falk, H., Gibbons, S., Kobayashi, J. (Eds.), *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*, pp. 113–228

LOBÃO, A. Q.; ARAUJO, D. S. D; KURTZ, B. C. ANNONACEAE DAS RESTINGAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, rua Pacheco Leão 915, 22460-030, Rio de Janeiro, 2005.

LOCARDI, B. Influência da variação sazonal da temperatura e umidade do solo na germinação de sementes de espécies do cerrado: *Xylopi aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae), *Banisteriopsis variabilis* B. Gates (Malpighiaceae) e *Vochysia tucanorum* Mart.

(Vochysiaceae), Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro – SP, 2011.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Dormência em sementes de hortaliças. Embrapa Hortaliças Brasília, DF, 2012.

LOPES, J. C.; SILVA, R. M., DIVERSIDADE E CARACTERIZAÇÃO DAS ANNONACEAE DO BRASIL. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica v. 36, edição especial, e., p. 125-131, 2014.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v. 1 / Harri Lorenzi. 7. Ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2016.

MAAS, P. J. M.; MAAS, H.; MIRALHA, J. M. S. FLORA DA RESERVA DUCKE, AMAZONAS, BRASIL: ANNONACEAE. Nationaal Herbarium Nederland, Utrecht University branch, W.C. van Unnikgebouw, Heidelberglaan 2, 3584 CS Utrecht, The Netherlands, 2007.

MAAS, P.; LOBÃO, A.; RAINER, H. Annonaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB110557>. Acesso em: 29 out. 2021.

MACHADO, A. O. et al., Germinação de sementes de espécies vegetais da mata ciliar do Rio Pandeiros, norte de Minas Gerais, em função do tamanho e tratamentos pré-germinativos. 9º FEPEG – A humanização na Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015.

MAIA, J. F. Densidade de Indivíduos de *Xylopia aromatica* (pimenta de macaco) em uma Área da Comunidade Kalunga Engenho II, Cavalcante – Goiás, Planaltina – DF, 2013.

MATTEUCCI, M. B. A. et al., USE OF TETRAZOLIC TEST IN PIMENTA-DE-MACACO *Xylopia aromatica* (LAM.) MART. SEEDS UTILIZAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO VISANDO A ESTIMAR A VIABILIDADE DE GERMINAÇÃO DA SEMENTE DE PIMENTA-DE-MACACO *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. ANNONACEAE. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – UFG, Goiânia, 1997.

MIRANDA-MELO, A. A. et al., Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. *Revista Brasil. Bot.*, V.30, n.3, p.501-507, jul.-set. 2007.

MOREIRA, I. C.; et al., Sesquiterpenes, diterpenes, steroids and alkaloid from branches of *Xylopia brasiliensis* Spreng (Annonaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 33, n. 9, 948-51, 2005.

NESKE, A. et al., Acetogenins from Annonaceae family. Their potential biological applications - *Phytochemistry* Volume 174, June 2020, 112332-
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112332>.

NOVAES, P.; TORRES, P. B.; SANTOS, D. Y. A. C., Biological activities of Annonaceae species extracts from Cerrado. *Braz. J. Bot* (2016) 39(1):131–137
<https://doi.org/10.1007/s40415-015-0225-z>

NUVOLONI, Felipe M.; FERES, Reinaldo J. F.; DEMITE, Peterson R., Mites associated to *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) in urban and rural fragments of semidecidual forest. *Rev. Bras. entomol.*, São Paulo, v. 55, n. 4, p. 571-577, Dec. 2011. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262011000400013&lng=en&nrm=iso>. access on 25 Aug. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262011000400013>.

OLIVEIRA, A. K. M. et al., Superação de dormência em sementes de *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae - Mimosidae). *Ciência Florestal*, v. 22, n. 3, p. 533–540, 2012.

OLIVEIRA, B. V. et al., Chemical composition and inhibitory activities on dipeptidyl peptidase IV and pancreatic lipase of two underutilized species from the Brazilian Savannah: *Oxalis cordata* A.St.-Hil. and *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. *Museu de História Natural e Jardim Botânico, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Campus Pampulha*, 2017.

OLIVEIRA, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. F.; Viveiro e Produção de Mudanças de Algumas Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado, Embrapa Cerrados, 2. ed. ver. e ampl., Planaltina – DF, 2016.

OLIVEIRA, V. B. et al., Effects of *Xilopia aromatica* (Lam.) Mart. Fruit on metabolic and inflammatory dysfunction induced by high refined carbohydrate-containing-diet in mice, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

PERES, M. C. et al. In natura and nanoencapsulated essential oils from *Xilopia aromatica* reduce oviposition of *Bemisia tabaci* in *Phaseolus vulgaris*. J Pest Sci 93, 807–821 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01186-6>

PONTES, A. F., & DE MELLO-SILVA, R. (2005). ANNONACEAE DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA, MINAS GERAIS, BRASIL. Boletim de Botânica Da Universidade de São Paulo, 23(1), 71–84. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/42871671>. Acesso em: 29 out. 2021.

PORFIRIO. K. P. et al., Multiplicação in vitro de *Xilopia aromatica* em diferentes meios de cultura e concentrações de BAP, Pesquisa Florestal Brasileira, 2019.

PORFIRIO. K. P., Germinação, estaquia e micropropagação de *Xilopia aromatica* (Lam.) Mart., Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

RAMOS, E. B. et al., POTENCIAL ALELOPÁTICO DE PIMENTINHA DA SERRA (*Xylophia aromatica* (Lam.) Mart.), Universidade Federal Do Sul Da Bahia, 68ª Reunião Anual da SBPC, 2016.

RIBEIRO, L. P. et al., Searching for promising sources of grain protectors in extracts from Neotropical Annonaceae. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 15 (4): 215 - 232, 2016.

SANTANA, B. J. G. et al., MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE: DESAFIOS E PERSPECTIVAS, Uniedusul p. 59-70, 2020.

SANTOS, A. G. ESTUDO FITOQUÍMICO E ATIVIDADE LEISHMANICIDA DE *Annona impressivenia* Safford (ANNONACEAE). Universidade Federal do Amazonas Instituto de Pós-Graduação em Química. Manaus, 2007.

SANTOS, M., PRODUÇÃO DE MUDAS POR SEMENTE E ESTAQUIA EM ANNONÁCEAE. Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2016.

SAPORETTI JR., A. W.; NETO, J. A. A. M.; ALMADO, R., Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. Rev. Árvore, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 905-910, Dec.2003. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000600017&lng en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000600017&lng=en&nrm=iso)>. access on 03 Sept. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000600017>.

SAUTU, A. et al., Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. Seed Science Research, v. 17, n. 2, p. 127–140, 2007.

SENEME, A. M. et al., GERMINAÇÃO E QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE DEDALEIRO (*Lafoensia pacari* St. Hil., Lythraceae). Scientia Agraria, Curitiba, v.11, n.1, p.019-024, Jan./Feb. 2010.

SILVA E. A. A. et al., Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. Annals of Botany 99: 823– 830, 2007.

SILVA, F. J. B. C. Germinação e vigor de sementes de três espécies da caatinga. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007.

SILVA, L. E. et al., Plantas do Gênero *Xylopia*: Composição Química e Potencial Farmacológico. Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v.17, n.4, supl. I, p.814-826, 2015.

SILVA, P. O. 2016. Estratégias fenológicas reprodutivas de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart (Annonaceae) em área do cerrado. Cerne, v.22,n.1,p.129-136.

SIMIONI, P. F.; PESSOA, M. J. G.; CARDOSO, M. A.; CABRAL, F. F.; TEIXEIRA, S. O.; SILVA, I. V. DA. Leaf Anatomy of *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) occurring in a rocky savannah in the Brazilian Amazonian. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 40, n. 1, p. e37334, 1 jul. 2018.

SOARES, M. P. et al., Aspectos fenológicos de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) em vegetação de Cerradão, Goiás, Brasil. Bioikos, Campinas, 28(2):65-71, jul./dez., 2014.

SOCOLOWSKY, F. et al., Seed weight of *Xylopia aromatica* (Annonaceae): quality evaluation from X-ray and seedling emergence. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 68, n. 6, p. 643-646, Dec. 2011. Available from

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162011000600006&lng=en&nrm=iso>. access on 18 Mar. 2019.

STEVENS, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acessado em: 28/10/2021.

SUFFREDINI, I. B. et al., Phenotype behavioral impairment after the administration of *Xilopia aromatica* to male Balb-c mice and cytotoxicity to breast and cancer cell lines, *Phacog Mag*, 2018; 14:409-16. Available from: <http://www.phcog.com/text.asp?2018/14/57/409/240760>

TEIXEIRA, N. et al., Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research - *Food Research International*, Volume 119, May 2019, Pages 325-348

TURNER I.M., UTTERIDGE T.M.A. 2017. Annonaceae in the Western Pacific: geographic patterns and four new species. *European Journal of Taxonomy* 339: 1–44. Disponível em: <https://doi.org/10.5852/ejt.2017.339>. Acesso em 29 out. 2021.

VASCONCELOS, W. A. et al, Caracterização florístico-estrutural e síndromes de dispersão de espécies lenhosas de remanescente de Cerradão Nativa, *Sinop*, v. 8, n. 4, p. 514-522, jul./ago. 2020.

VELARDE, M. F. M., 2015. Revisión taxonómica de Annonaceae Juss. del estado de Guerrero, México. Facultad de Ciencias. UNAM. Tesis de Licenciatura. 118 pp.

VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. Espécies Nativas da flora Brasileira de Valor Econômico atual ou Potencial – Plantas para o Futuro – Região Centro-Oeste, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Conservação e Manejo de Espécies, Brasília – DF, 2016.

VIVIAN, R. et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. *Planta Daninha* [online]. 2008, v. 26, n. 3 [Acessado 1 Novembro 2021], pp. 695-706. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000300026>>. Epub 15 Set 2008. ISSN 1806-9681. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000300026>.