

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS
VEGETAIS CURSO DE MESTRADO

**ASPECTOS GERMINATIVOS E FENOLOGIA DE *Guapira
hirsuta* (Choisy) Lundell NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL LAGO DE PEDRA DO CAVALO**

Karine Pacheco de Jesus

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2023**

**ASPECTOS GERMINATIVOS E FENOLOGIA DE *Guapira hirsuta*
(Choisy) Lundell NA AREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LAGO
DE PEDRA DO CAVALO**

**Karine Pacheco de Jesus
Bacharel em Engenharia Florestal
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2021**

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Andrea Vita Reis Mendonça
Coorientadoras: Prof^a. Dr^a. Manuela Oliveira de Souza e Prof^a. Dr^a Claudinéia Regina Pelacani

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA

J58a	<p>Jesus, Karine Pacheco de. Aspectos germinativos e fenologia de <i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell na Área de Proteção Ambiental Lago de Pedra do Cavalo / Karine Pacheco de Jesus._ Cruz das Almas, BA, 2023. 40f.; il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.</p> <p>Orientadora: Prof. Dra. Andrea Vita Reis Mendonça. Coorientadora: Prof. Dra. Manuela Oliveira de Souza. Coorientadora: Prof. Dra. Claudinéia Regina Pelacani.</p> <p>1.Botânica – Germinação. 2.Botânica – Fenologia vegetal. 3.Sementes – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 581.524</p>
------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela Elaboração Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS
VEGETAIS CURSO DE MESTRADO**

**ASPECTOS GERMINATIVOS E FENOLOGIA DE *Guapira hirsuta*
(Choisy) Lundell NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LAGO
DE PEDRA DO CAVALO**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação

Karine Pacheco de Jesus

Aprovada em: 07 de março de 2023

Prof^a. Dr^a. Andrea Vita Reis Mendonça

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA

(Orientadora)

Dr. Grenivel Mota da Costa

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA

(Examinador interno)

Prof^a. Dr^a. Luciana Botezelli

Universidade Federal de Alfenas

(Examinadora externa)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, todo poderoso. Sem tua misericórdia, tuas bênçãos e tua proteção, eu nada seria. Ele que me deu forças e me ajudou a enfrentar todos os desafios desse caminho.

Ao meu companheiro de todas as horas, Lucas. Obrigada por compartilhar a vida comigo, por ser meu conselho nos momentos de dúvida, meu incentivo nos momentos de incertezas, meu riso nos momentos de lágrimas, e meu colo nos momentos de fragilidade. Obrigada por ter acreditado em mim quando nem eu mesma acreditava.

Meus pais, Ivaneyde e Manoel. Tudo que sou devo a vocês, que sempre fizeram todo o possível por suas filhas.

Minhas irmãs, Caíres e Emanuelle. Devo parte de minha força apenas pela existência de vocês. Por vocês posso até conquistar o mundo.

A minha amiga, Vanessa. Tudo ficou melhor depois que você chegou e fomos o apoio uma da outra durante o mestrado.

À minha orientadora, Dr^a. Andréa Vita Reis Mendonça. Obrigada por fazer parte de toda minha história acadêmica, por todo apoio e conhecimento compartilhado.

À minha coorientadora, Dr^a. Manuela Oliveira de Souza pelo incentivo e pelas palavras amigas quando mais precisei.

Ao Dr^o. Josival Santos Souza por todo apoio e conhecimento compartilhado durante os trabalhos de coleta no campo.

A Jiovana, minha parceira de campo. Foram longos dias lutando com os gravatás, mas que sempre manteve a persistência e o bom humor, deixando os dias mais leves.

Aos meus colegas, Josué, Jocilene, Tamires, Juliana e Elisama, por toda ajuda no laboratório e no campo.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao Programa de PósGraduação em Recursos Genéticos Vegetais (RGV) pela oportunidade de formação e realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

INEMA pela contribuição na estrutura do laboratório.

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

ASPECTOS GERMINATIVOS E FENOLOGIA DE *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell NA AREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LAGO DE PEDRA DO CAVALO

RESUMO: Devido a contínua degradação dos ecossistemas florestais e a consequente perda de recursos genéticos, torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de estratégias voltadas a conservação da vegetação nativa. Dessa forma, o presente estudo foi realizado com o objetivo da caracterização da fenologia reprodutiva e a tolerância a dessecação da *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell, considerando que essas informações são imprescindíveis para prever o sucesso da espécie no ambiente natural e também para elaborar melhores estratégias de coletas e armazenamento de sementes. Foram realizadas observações fenológicas em fragmento da APA do Lago de Pedra do Cavalo com aproximadamente 6,2 hectares, localizado no município de São Gonçalo dos Campos– Bahia. Os indivíduos em que foram observados os aspectos fenológicos realizando expedições mensais para observar identificados na área, no período de outubro de 2021 a setembro de 2022. Foi observado a presença ou ausência de flores e frutos, bem como a quantidade destas estruturas quando presentes, em 17 indivíduos. Foram empregados os métodos semiquantitativos de Fournier, que consiste em avaliar a intensidade fenológica e classificá-las de zero a quatro de acordo com o percentual de flores e frutos observáveis na copa. Foram observados os meses referentes à fase vegetativa, floração e de frutificação. Na mesma área, foi realizada a coleta de sementes. Foram testados quatro tratamentos correspondentes aos teores de água de 15%, 12,5%, 10% e 5%, com quatro repetições de 25 sementes por repetição. Para o teste de germinação, as sementes foram colocadas em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas/luz. A germinação da *G. hirsuta* foi nula para as sementes com 12,5%, 10% e 5% de umidade. A chance de uma semente recém coletada, com teor de umidade em torno de 52%, germinar foi igual a 68%. A proporção de sementes mortas foi significativamente influenciada pelo teor de umidade. As sementes de *G. hirsuta* são recalcitrantes e de germinação lenta e desuniforme. A observação da fenologia ocorreu no período de outubro de 2021 a setembro de 2022. Para acompanhar a floração e frutificação foram realizadas expedições mensais para observar identificados na área. Foi observado a presença ou ausência de flores e frutos, bem como a quantidade destas estruturas quando presentes, em 17 indivíduos. Foram empregados os métodos semiquantitativos de Fournier, que consiste em avaliar a intensidade fenológica e classificá-las de zero a quatro de acordo com o percentual de flores e frutos observáveis na copa. A floração da *G. hirsuta* na APA de Lago de Pedra do Cavalo ocorre no mês de junho, e a frutificação de julho a setembro. Devido as condições climáticas, e ao fato de a espécie ser recalcitrante, a época de dispersão dos frutos de *G. hirsuta* na APA de Lago de Pedra do Cavalo não é favorável para a germinação das suas sementes.

Palavras chaves: Sementes recalcitrantes; Tolerância a dessecação; Floração; Frutificação

GERMINATIVE ASPECTS AND PHENOLOGY OF *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell IN THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA LAGO DE PEDRA DO CAVALO

ABSTRACT: Due to the continuous degradation of forest ecosystems and the consequent loss of genetic resources, it becomes increasingly necessary to develop strategies aimed at the conservation of native vegetation. Thus, the present study was carried out with the objective of characterizing the reproductive phenology and tolerance to desiccation of *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell, considering that this information is essential to predict the success of the species in the natural environment and also to develop better strategies seed collection and storage. Phenological observations were carried out in a fragment of the APA of Lago de Pedra do Cavalo with approximately 6.2 hectares, located in the municipality of São Gonçalo dos Campos – Bahia. The individuals in which the phenological aspects were observed performing monthly expeditions to observe identified in the area, from October 2021 to September 2022. The presence or absence of flowers and fruits was observed, as well as the number of these structures when present, in 17 individuals. Fournier's semi-quantitative methods were used, which consists of evaluating the phenological intensity and classifying them from zero to four according to the percentage of flowers and fruits observable in the canopy. They were the months referring to the vegetative phase, flowering and fruiting were observed. In the same area, was carried out the collection of seeds. Four treatments corresponding to water contents of 15%, 12.5%, 10% and 5% were tested, with four replications of 25 seeds per replication. For the germination test, the seeds were placed in a germination chamber type Biochemical Oxygen Demand (BOD) at a constant temperature of 25°C and photoperiod of 12 hours/light. Germination of *G. hirsuta* was null for seeds with 12.5%, 10% and 5% moisture. The chance that a freshly collected seed, with a moisture content around 52%, germinate was equal to 68%. The proportion of dead seeds was significantly influenced by moisture content. *G. hirsuta* seeds are recalcitrant and germinate slowly and unevenly. Phenology was observed from October 2021 to September 2022. Monthly expeditions were carried out to monitor flowering and fruiting to observe identified in the area. The presence or absence of flowers and fruits was observed, as well as the number of these structures when present, in 17 individuals. Fournier's semi-quantitative methods were used, which consists of evaluating the phenological intensity and classifying them from zero to four according to the percentage of flowers and fruits observable in the canopy. Flowering of *G. hirsuta* in the APA of Lago de Pedra do Cavalo occurs in June, and fruiting from July to September. Due to climatic conditions, and the fact that the species is recalcitrant, the time of dispersal of *G. hirsuta* fruits in the APA of Lago de Pedra do Cavalo is not favorable for the germination of its seeds.

Keywords: Recalcitrant seeds; Desiccation tolerance; Flowering; fructification

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
CAPÍTULO 1: CURVA DE GERMINAÇÃO E TOLERÂNCIA A DESSECAÇÃO DE <i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	10
2.1 INTRODUÇÃO.....	12
2.2 METODOLOGIA.....	13
2.3 RESULTADOS	17
2.4 DISCUSSÃO.....	20
2.5 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO 2: FENOLOGIA DE <i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA ESTACIONAL NA APA DO LAGO DE PEDRA DO CAVALO	27
3.1 INTRODUÇÃO.....	29
3.2 METODOLOGIA.....	30
3.3 RESULTADOS	35
3.4 DISCUSSÃO	38
3.5 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO GERAL

A *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell é uma espécie pertencente à família Nyctaginaceae, é uma espécie endêmica do Brasil, podendo apresentar-se como arbusto, árvore ou subarbusto (ROSSETTO; SÁ; COELHO, 2023). A espécie ocorre nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado (SÁ *et al.*, 2009). Ela geralmente ocorre em vegetação característica de Campo Rupestre, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) e Restinga (ROSSETTO; SÁ; COELHO, 2023).

Os estudos acerca da *G. hirsuta* encontrados na literatura estão relacionados a ocorrência da espécie em levantamentos florísticos e fitossociológicos. No entanto, a compreensão sobre a fenologia reprodutiva e dos padrões de germinação são fundamentais para compreender o desempenho das espécies vegetais no contexto de mudanças climáticas, além de possibilitar a compreensão do seu padrão de ocorrência em determinados locais.

Normalmente, sementes florestais após dispersas não encontram, de imediato, condições ideais para a germinação. Dessa forma, os propágulos ficam sujeitos a diversas condições climáticas, incluindo extremos de temperatura e déficit hídrico. Neste sentido, a tolerância a dessecação auxilia na manutenção da viabilidade de sementes que são dispersas em períodos de condições ambientais desfavoráveis a germinação. A tolerância à dessecação equivale a capacidade dos organismos de recuperar as funções biológicas quando são reidratados após serem submetidos à desidratação natural ou artificial (REGO *et al.*, 2013).

Os estudos sobre fenologia reprodutiva permitem identificar se a época de dispersão dos frutos está de acordo com as condições ideais para a propagação das espécies. O estudo da fenologia reprodutiva trata de investigar a ocorrência de eventos biológicos das plantas, como a floração, e da frutificação (FOURNIER, 1974; 1976), e possibilita relacionar a duração de subperíodos com as condições climáticas e a adaptação de cada indivíduo no local em que está inserido (ANDREIS *et al.*, 2005).

Dessa forma, o conhecimento sobre a tolerância a dessecação de sementes e sobre a fenologia reprodutiva de uma espécie permite inferir sobre o sucesso da sua reprodução sexuada em um determinado ambiente. Nesse sentido, este estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar a fenologia reprodutiva e a tolerância à dessecação de sementes de *G. hirsuta*

REFERÊNCIAS

ANDREIS, C.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; WOJCIECHOWAKIS, J. C. MACHADO, A. A.; VACCARO, S.; CASSAL, C. Z. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Teresa, RS, Brasil. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.55-63, 2005.

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

FOURNIER, L. A. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento de los árboles. **Turrialba**, v. 26, n. 1, p. 96-97, 1976.

NATAL, C.C. **As Nyctaginaceae Juss. do estado de São Paulo**. 2021. 89 f. Dissertação (Mestrado em Biociências) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Assis-SP.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C., MEDEIROS, A. C. S. PETKOWICZ, C. L. O.; SANTOS, A. F. Physiological behaviour of *Blepharocalyx salicifolius* and *Casearia decandra* seeds on the tolerance to dehydration. **Journal of Seed Science**, v.35, n.3, p.323-330, 2013.

SÁ, C.F.C. STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SALINO, A. **Nyctaginaceae**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 516 p.

CAPÍTULO 1: CURVA DE GERMINAÇÃO E TOLERÂNCIA A DESSECAÇÃO DE *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell

RESUMO. A tolerância à dessecação incide na capacidade que alguns organismos têm de sobreviver à redução extrema de água, sem que haja danos letais aos tecidos. Essa característica é determinante para a viabilidade do embrião após a dispersão das sementes. Em relação a tolerância a dessecação, as sementes podem ser classificadas em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias. Para sementes recalcitrantes e de germinação lenta, a sincronização da época de dispersão com o período chuvoso é determinante para o sucesso da reprodução das espécies que produzem esse tipo de sementes. Desta forma, o objetivo do presente trabalho é caracterizar a curva de germinação e investigar a tolerância das sementes de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell a dessecação. A coleta dos frutos ocorreu em um fragmento da Área de Proteção Ambiental (APA) do Lago de Pedra do Cavalo com aproximadamente 6,2 hectares, localizado no município de São Gonçalo dos Campos– Bahia. Foram testados quatro tratamentos correspondentes aos teores de água de 15%, 12,5%, 10% e 5%, com quatro repetições de 25 sementes por repetição. Para o teste de germinação, as sementes foram colocadas em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas/luz. A germinação da *G. hirsuta* foi nula para as sementes com 12,5%, 10% e 5% de umidade. A chance de uma semente recém coletada, com teor de umidade em torno de 52%, germinar foi igual a 68%. A proporção de sementes mortas foi significativamente influenciada pelo teor de umidade. As sementes de *G. hirsuta* são recalcitrantes e de germinação lenta e desuniforme.

Palavras chaves: Sementes recalcitrantes; Nyctaginaceae; Classificação das sementes

CHAPTER 1: GERMINATION CURVE AND DESICCATION TOLERANCE OF *Guapira hirsute* (Choisy) Lundell

ABSTRACT. Desiccation tolerance focuses on the ability of some organisms to survive extreme water depletion without causing lethal damage. This characteristic is crucial for the viability of the embryo after seed dispersal. Regarding desiccation tolerance, seeds can be classified as orthodox, recalcitrant or intermediate. For recalcitrant seeds with slow germination, the synchronization of the dispersion time with the rainy season is crucial for the successful reproduction of the species that produce this type of seed. In this way, the objective of the present work is to characterize the germination curve and to investigate the tolerance of *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell seeds to desiccation. The collection of fruits took place in a fragment of the Environmental Protection Area (APA) of Lago de Pedra do Cavalo with approximately 6.2 hectares, located in the municipality of São Gonçalo dos Campos - Bahia. Four treatments corresponding to water contents of 15%, 12.5%, 10% and 5% were tested, with four replications of 25 seeds per replication. For the germination test, the seeds were placed in a germination chamber type Biochemical Oxygen Demand (BOD) at a constant temperature of 25°C and photoperiod of 12 hours/light. Germination of *G. hirsuta* was null for seeds with 12.5%, 10% and 5% moisture. The chance that a freshly collected seed, with a moisture content around 52%, germinate was equal to 68%. The proportion of dead seeds was significantly influenced by moisture content. *G. hirsuta* seeds are recalcitrant and germinate slowly and unevenly.

Keywords: Recalcitrant seeds; Nyctaginaceae; Classification of seeds

2.1 INTRODUÇÃO

A água possui um papel fundamental durante o período de formação e de maturação das sementes, agindo inicialmente na expansão e divisão celular e, posteriormente, como condução para os produtos da fotossíntese que farão parte dos tecidos da semente ou serão armazenados para utilização futura nas fases iniciais da germinação (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998).

Nesse sentido, a tolerância à dessecação incide na capacidade que alguns organismos têm de sobreviver à redução extrema de água, sem que haja danos letais (LEPRINCE; BUITINK, 2010). Essa característica é determinante para a viabilidade do embrião após a dispersão das sementes (BUITINK; LEPRINCE, 2018).

As sementes podem ser classificadas de três formas, em relação a tolerância a dessecação: ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. De acordo com o protocolo proposto por Hong e Ellis (1996), sementes ortodoxas são aquelas que mantem o percentual germinativo após serem desidratadas até o teor de umidade menor ou igual a 5%. As sementes recalcitrantes perdem a viabilidade após desidratação até o teor de umidade entre 10%-12%. Quando as sementes toleram a desidratação com o teor de umidade entre 10%-12%, no entanto, perdem a viabilidade com umidade em torno de 5% e são consideradas intermediárias.

A tolerância a dessecação pode desempenhar um importante papel na determinação da estrutura da comunidade e na coexistência de espécies (TWEDDLE *et al.*, 2003). A vantagem da tolerância a dessecação pode favorecer a dispersão, na germinação ou no estabelecimento de plântulas, sendo que estes estágios estão diretamente inter-relacionados com as condições ambientais. Portanto, a capacidade da semente em tolerar o dessecação é uma característica funcional, pois possibilita à persistência em bancos de sementes, sendo este, um importante componente na manutenção da população de espécies vegetais (HONDA, 2008; TWEDDLE *et al.*, 2003).

O tempo em que as sementes de determinada espécie se mantêm viável no banco de sementes é diretamente influenciado pela tolerância a dessecação. Com as informações sobre a fenologia reprodutiva, período favorável a germinação, tolerância a dessecação e a distribuição da germinação no tempo,

é possível inferir sobre o sucesso da reprodução sexuada de determinada espécie em uma região específica.

A curva de germinação que modela a distribuição do número de sementes germinadas em função do tempo pode ser estimada por ajuste de modelos não lineares. A germinação de um lote de sementes pode ser rápida e uniforme, ou lenta e desuniforme. Portanto, para sementes recalcitrantes e de germinação lenta, a sincronização da época de dispersão com o período chuvoso é determinante para o sucesso da reprodução das espécies que produzem esse tipo de sementes. Deste modo, para promover a conservação dos recursos vegetais é necessário conhecer o padrão de tolerância a dessecação das sementes e a distribuição da germinação no tempo.

Entre as espécies florestais, para as quais, as informações sobre fenologia, germinação, tolerância a dessecação, potencial de armazenamento, formas de propagação, biologia reprodutiva, potencial de uso, entre outros aspectos são escassas na literatura, encontra-se *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell, espécie pertencente à família Nyctaginaceae (ROSSETTO; SÁ; COELHO, 2023). A espécie ocorre nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado (SÁ *et al.*, 2009).

A espécie *G. hirsuta* ocorre na Área de Proteção Ambiental de Lago de Pedra do Cavalo-BA, na densidade de oito indivíduos por hectare (SOUZA *et al.*, 2018). Essa é uma área de transição entre os biomas caatinga e mata atlântica e indicada como prioritária para conservação pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), devido à sua importância para o abastecimento de água para a Região Metropolitana de Salvador e de Feira de Santana.

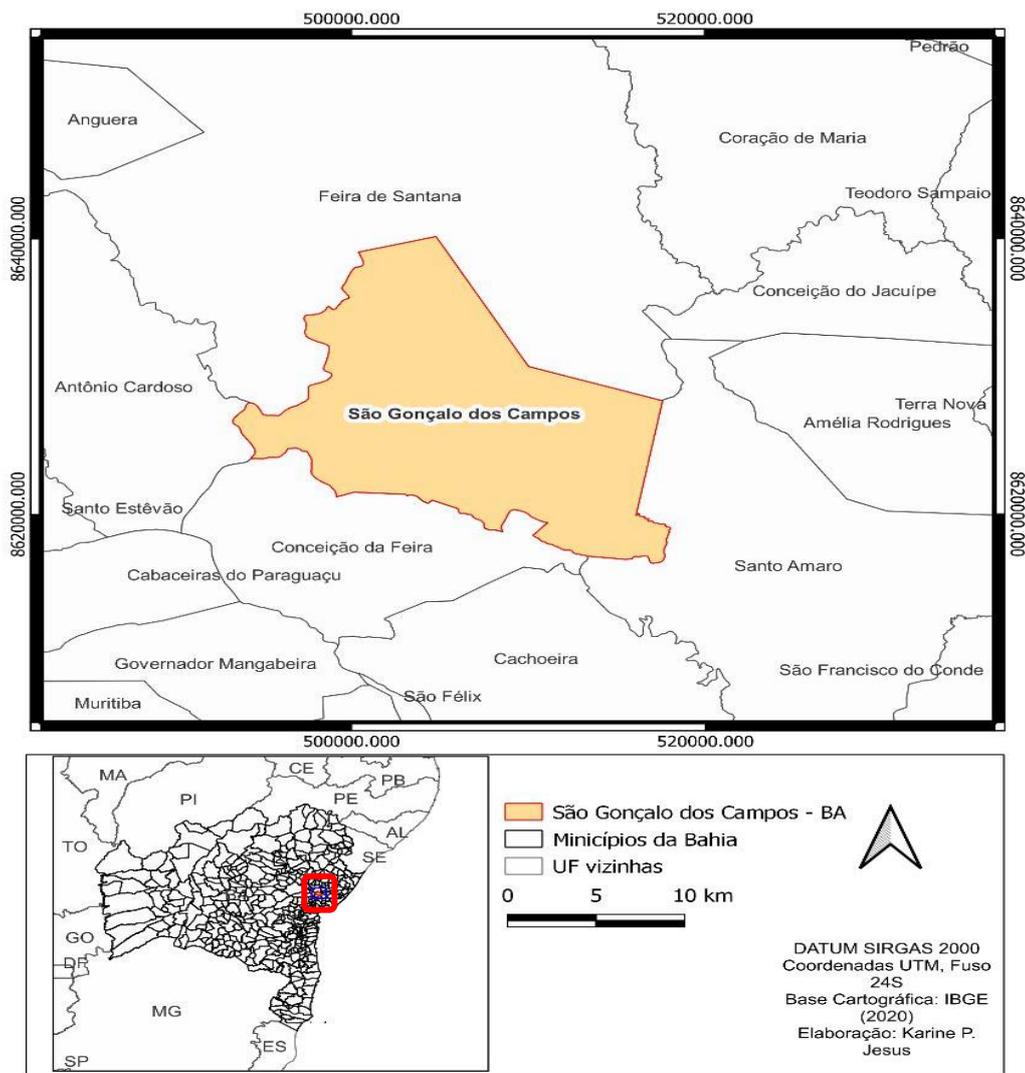
Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a curva de germinação e investigar a tolerância das sementes de *G. hirsuta* a dessecação.

2.2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus Cruz das Almas. A coleta dos frutos ocorreu em um fragmento da Área de Proteção Ambiental (APA) do Lago de Pedra do Cavalo com aproximadamente 6,2 hectares, localizado no município de São Gonçalo dos Campos– Bahia (Figura 1), entre as coordenadas 38°58'38,1" e 38°58'46" W / 12°19'53,9" e 12°20'0,7"

S (Figura 1). O clima desta APA é tropical com verão seco (As), temperatura média anual 24 a 26 ° C, com volume anual de chuvas de 700 a 1000 mm (ALVARES *et al.*,2013).

Figura 1: Localização do município de São Gonçalo dos Campos-BA.



Os frutos foram coletados em quatro matrizes (12°19'58.88" S/ 38°58'38.44"; 12°19'58.59"S/38°58'38.62"W; 12°19'57"S/38°58'37.21"W; 12°19'57.46"S/38°58'38.49"W de *G. hirsuta* em 27 de agosto de 2021. Os frutos foram beneficiados, para extração das sementes, no Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Na sequência, foi determinado do teor de umidade das sementes pelo método da estufa a 105±3°C, durante 24 horas (BRASIL, 2009) e a realizado o teste de germinação para caracterização do potencial germinativo

das sementes recém coletadas. O teste de germinação foi realizado em Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas/luz.

A tolerância à dessecação foi avaliada de acordo com a metodologia proposta por Hong e Ellis (1996). Foram testados quatro tratamentos correspondentes aos teores de água de 15%, 12,5%, 10% e 5%, com quatro repetições de 25 sementes por repetição. As sementes foram secas com sílica em gel azul (1-3 mm), em caixas de isopor de 700 cm³ vedadas com filme PVC e colocadas em B.O.D. na temperatura de 20°C. A partir do teor de água (%) e da massa (g) inicial das sementes foram estimados para cada amostra, a massa final (g) correspondente ao teor de umidade dos tratamentos propostos. Cada caixa de isopor continha uma repetição com 25 sementes para o teste de germinação e mais 4g de sementes para aferição da umidade final. Nas primeiras 24 horas de secagem, as sementes foram pesadas a cada três horas e após esse período, diariamente, para monitorar a dessecação. Ao atingir as umidades determinadas (15%, 12,5%, 10% e 5%), as sementes foram submetidas ao teste de germinação. Uma parte das sementes foi destinada a aferição do teor de umidade.

Para os testes de germinação as sementes foram dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso (g) do papel seco (BRASIL, 2009). Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes para minimizar a evaporação e colocados em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas/luz.

Foram realizadas contagens diárias, avaliando-se o número de sementes germinadas, sementes duras, sementes mortas, plântulas normais e plântulas anormais. Foram consideradas sementes germinadas àquelas em que foi observada o início da protusão da radícula. Sementes duras, àquelas não germinadas e com a integridade visual preservada. Como sementes mortas, àquelas com aspecto deteriorado e amolecidas. Como plântula normal foi considerada aquela com todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas. Ao final do experimento a viabilidade das sementes duras foi avaliada pelo teste de tetrazólio a 0,5%. O tempo de exposição das sementes a solução de tetrazólio a 0,5% foi de 24 horas, na temperatura de 30°C (SILVA *et al.*, 2016).

Em abril de 2015, na APA do Lago de Pedra do Cavalo, foram encontrados oito indivíduos de *G. hirsuta*, em área amostral de um hectare, 20 parcelas de 500m² (10x50m), considerando diâmetro de inclusão, a 1,30 m de altura, ≥ 5 cm (SOUZA; OLIVEIRA; CONCEICAO, 2018). Em abril de 2021, as parcelas deste levantamento foram avaliadas para verificar se houve mortalidade e/ou surgimento de novos indivíduos de *G. hirsuta*.

Para avaliar o efeito dos diferentes graus de umidades sobre a formação de plântulas normais e sobre sementes germinadas, mortas e duras, empregou-se modelos lineares generalizados e as inferências da análise da deviance (ANODEV), com distribuição binomial e função de ligação logit, foram baseadas no teste do Qui-quadrado.

Para a caracterização da germinação de sementes recém coletadas de *G. hirsuta* foram construídas a curvas de germinação e de formação de plântulas normais. Para o ajuste das curvas de germinação foram testados os modelos Logístico e Gompertz (SOUZA *et al.*, 2014) (Quadro 1) e empregou-se o método de mínimos quadrados e procedimentos iterativo Gaus-Newton, utilizando a função `nls` () do software R (R CORE TEAM, 2022). Foram testados os pressupostos dos modelos pelo teste de normalidade de resíduo de Shapiro-Wilk, homoscedasticidade de pelo teste de Breusch e Pagan, pela função `bptest` () do pacote `lmtest` (HOTHORN *et al.*, 2022) e autocorreção residual pelo teste de Durbin-Watson, função `durbinWatsonTest` (), pacote `car` (FOX *et al.*, 2022). Quando não atendido os pressupostos, empregou-se o método dos mínimos quadrados generalizados, incorporando aos resíduos parâmetro de autocorrelação de primeira ordem (AR1), utilizando. Função `gnls` () do pacote `nlme` (PINHEIRO *et al.*, 2022) do *software* R (R CORE TEAM, 2022). Os critérios AIC e BIC foram empregados para auxiliar na escolha das equações ajustadas, quanto menor os valores desses critérios mais adequado é o ajuste.

Tabela 1. Modelos de regressão não linear para descrever a curvas de germinação em função do tempo

Modelos	Funções
Logístico (Sousa et al., 2014)	$Y = a / (1 + \exp(-c(x - b)))$
Gompertz (Sousa et al., 2014)	$Y = a * \exp(-\exp(c * (x - b)))$

No modelo Logístico e Gompertz, *a*= a maior porcentagem de germinação acumulada; *b*= crescimento relativo ao ponto de inflexão; para o modelo

Logístico $c=$ é o tempo para 37% da germinação de y , para o Gompertz, $c=$ é o tempo para 50% da germinação de y ; $y=$ germinação acumulada no tempo; $exp=$ base do logaritmo neperiano e $x=$ o valor da variável independente (tempo necessário para a germinação).

Foram obtidas informações sobre a precipitação total mensal (mm) (Figura 2) através de dados obtidos por meio do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET da estação meteorológica automática A413 – Feira de Santana, localizada na latitude -12.1961111, longitude -38.96749999 e altitude 229,64 m. Foram calculadas medias mensais, utilizando somatório dos dados diários, referente ao período de 10 anos (2011 a 2021).

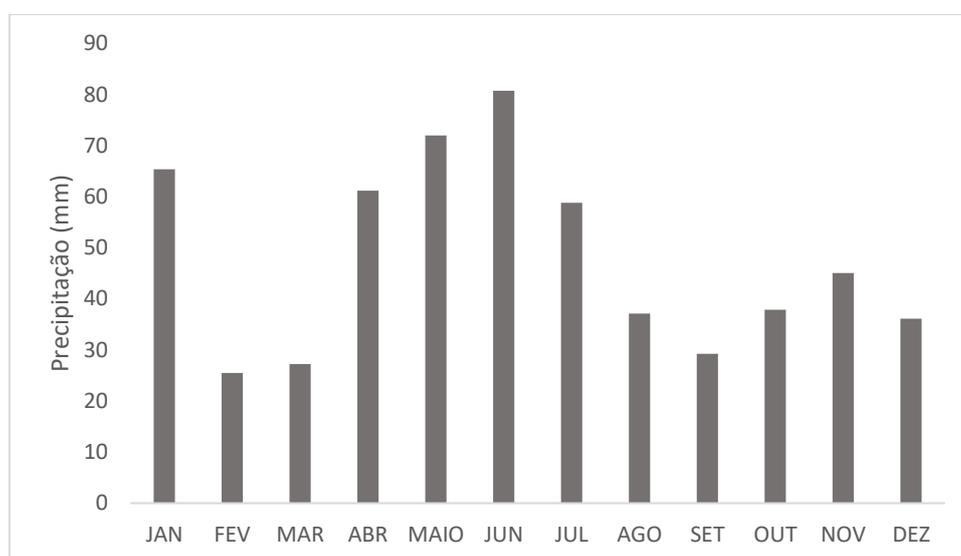


Figura 2: Precipitação total mensal (mm) na APA de Lago de Pedra do Cavalo – BA do ano de 2011 a 2021.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Tolerância a dessecação

Antes da realização do teste de germinação, o teor de umidade das sementes submetidas aos procedimentos de secagem foi aferido, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização do teor de umidade das sementes antes e após os procedimentos de secagem.

Tratamentos	Intervalo de confiança Teor de umidade (%)
Umidade inicial	52.4±1.2
Umidade 15%	14.7±1.3
Umidade 12,5%	12.1±0.7
Umidade 10%	10.0±0.8
Umidade 5%	4.3±0.8

Nível significância = $\alpha=0,05$

O teor de umidade das sementes recém coletadas foi de aproximadamente 52%. A germinação da *G. hirsuta* foi nula para as sementes com 12,5%, 10% e 5% de umidade.

Quando secas até aproximadamente 15% de umidade a proporção de sementes germinadas foi muito inferior em relação àquelas não submetidas a secagem. A chance de uma semente recém coletada, com teor de umidade em torno de 52%, germinar foi igual a 68% ($U_{52\%} = \exp(0.7538)/(1+\exp(0.7538))$), enquanto para as sementes secas até 15% de umidade a probabilidade de germinar foi de 5,5% ($U_{15\%} = \exp(-2.8445)/(1+\exp(-2.8445))$). Estimativas semelhantes foram encontradas para a formação de plântulas normais (Tabela 3).

Tabela 3: Coeficientes dos ajustes dos modelos lineares generalizados para comparações entre germinação e formação de plântulas normais de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell em resposta a umidade das sementes.

	Germinação			Plântulas normais		
	Coeficientes	p	p-valor	Coeficientes	p	p-valor
Umidade 52%	0.7538	0.68	2.33E-03	0.6931	0.67	4.66E-03
Umidade 15%	-2.8445	0.055	1.97E-12	-2.8904	0.052	2.80E-12

A proporção de sementes mortas foi significativamente influenciada pelo teor de umidade. Utilizando o modelo ajustado para estimar a proporção de sementes mortas em função do grau de umidade (Figura 3) observa-se que para as sementes com 15% de umidade a proporção de sementes mortas atinge 84% e para umidade igual ou inferior a 12,5% a proporção de mortas foi de 100%.

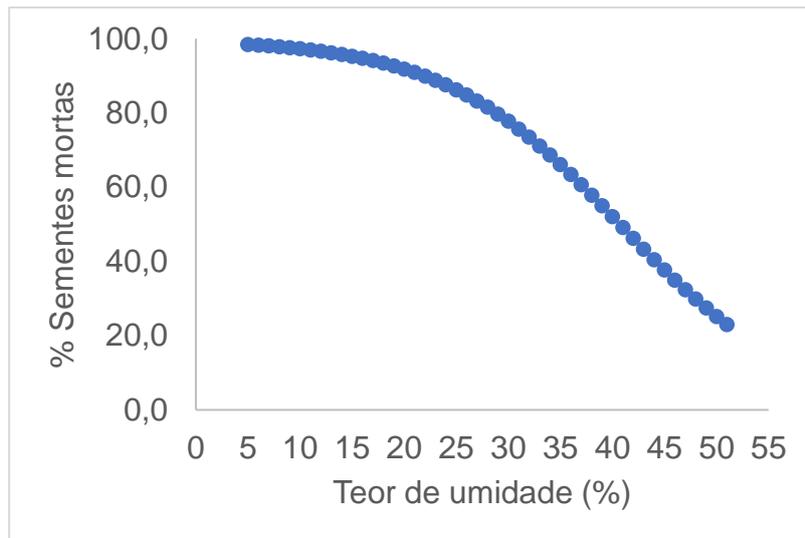
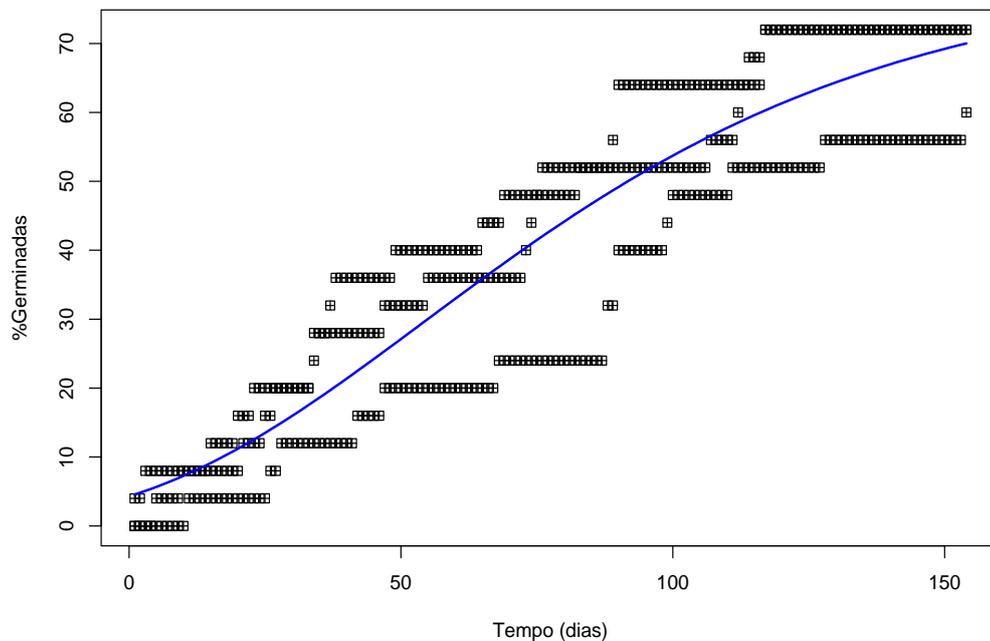


Figura 3: Proporção de sementes mortas de *G. hirsuta* (%SM) em resposta ao grau de umidade das sementes(x). $\%SM = \frac{\exp(4.76374 + (-0.117025 \cdot x))}{1 + \exp(4.76374 + (-0.117025 \cdot x))} \cdot 100$, $R^2 = 0.96$; \exp = base do logaritmo neperiano; R^2 = coeficiente de determinação.

2.3.2 Curvas de germinação

Com base nos critérios de Akaike (AIC) e bayesiano de Schwarz (BIC), o modelo mais adequado para descrever a curva de germinação (Figura 4) e de formação de plântulas normais (Figura 5) foi o modelo Gompertz com incorporação de parâmetro de autocorrelação de primeira ordem (AR1) (Tabela



4).

Figura 4: Curva de germinação de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell pelo modelo Gompertz com incorporação de parâmetro de autocorrelação de primeira ordem (AR1).

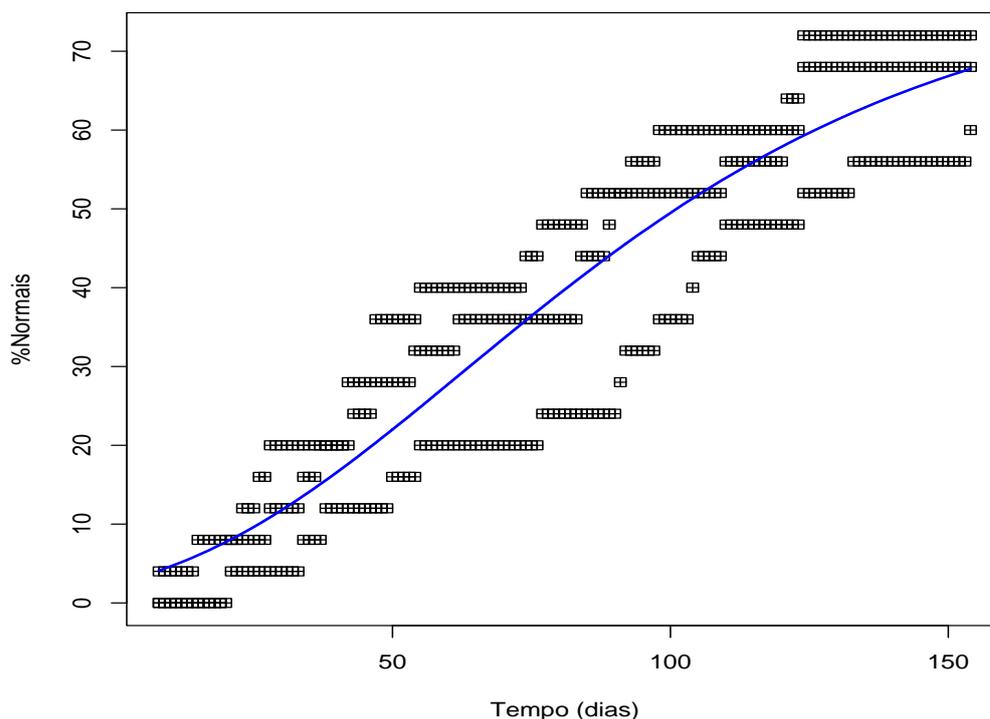


Figura 5: Curva de formação de plântulas normais (Figura 2) foi o modelo Gompertz com incorporação de parâmetro de autocorrelação de primeira ordem (AR1).

Tabela 4: Parâmetros e critérios de avaliação dos modelos utilizados para ajuste de curva de germinação e de formação de plântulas normais de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell.

	Modelos	a	b	c	%S	AIC	BIC	R ²
Germinação	Logístico	72.45	0.0338	67.31	21.35	3301.91	3318.45	0.859
	Logístico (AR1)	72.48	0.0338	67.34	21.34	3244.29	3264.97	0.858
	Gompertz	80.32	0.0198	54.12	21.12	3291.85	3308.39	0.862
	Gompertz (AR1)	80.37	0.0198	54.18	21.11	3222.72	3243.40	0.861
Normais	Logístico	71.13	0.0342	75.06	21.76	3114.20	3130.55	0.864
	Logístico (AR1)	71.15	0.0342	75.09	21.75	3073.88	3094.32	0.862
	Gompertz	79.76	0.0198	62.72	21.32	3096.20	3112.55	0.869
	Gompertz (AR1)	79.80	0.0198	62.77	21.31	3038.15	3058.60	0.868

A germinação das sementes foi lenta e desuniforme. Conforme parâmetro “c” do modelo de Gompertz, para o lote em estudo, foram necessários 54 dias (Tabela 1) para alcançar 37% de germinação e de 63 dias para 37% de formação de plântulas normais.

2.4 DISCUSSÃO

Para as sementes com teor de umidade em torno de 12%, a germinação foi nula e a proporção de sementes mortas foi 100% (Figura 3). Portanto os

resultados indicam, conforme os critérios propostos por Hong e Ellis (1996), que as sementes de *G. hirsuta* são recalcitrantes.

Além disso, a umidade inicial da *G. hirsuta* foi de 52%, o que é mais um indicativo de recalcitrância. Sementes ortodoxas são, normalmente, liberadas pela planta matriz, ou colhidas, com 20% de umidade ou menos (NEVES, 1994), por outro lado, sementes recalcitrantes possuem elevado teor de água ao se desprenderem da planta mãe, no final da maturação (MEDEIROS; MEIRA, 2006).

Os frutos da *G. hirsuta* foram coletados no mês de agosto. Segundo a série histórica do clima dos últimos 10 anos, esse período equivale ao início da estação seca na área, com precipitação abaixo de 60 mm (Figura 1). Passos e Oliveira (2004) em um estudo acerca da *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, afirmam que a germinação da espécie deve ocorrer antes da estação seca, pois há severa mortalidade de plântulas, devido ao estresse hídrico.

A germinação das sementes de *G. hirsuta* foi lenta e desuniforme. Além disso, a curva de germinação da *G. hirsuta* mostrou ocorrência de germinação até 150 dias. Para uma germinação expressiva de sementes dessa espécie (> 50%), na área de ocorrência natural, seriam necessários cinco meses consecutivos com elevada disponibilidade hídrica.

A disponibilidade hídrica do solo é um dos fatores ambientais que podem criar ciclos temporais favoráveis e desfavoráveis para a germinação e estabelecimento de plântulas (INOCENTE, 2018). Portanto, em condições de baixa disponibilidade hídrica, nas sementes recalcitrantes e de germinação lenta os processos de divisão e expansão celular são prejudicados, ocasionando diretamente danos ao metabolismo germinativo, levando a perda da viabilidade (BRAGANTE, 2016). Assim, para que ocorra o sucesso na reprodução sexuada de uma espécie recalcitrante é crucial que o ambiente esteja favorável a germinação, logo após a dispersão (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998; BARBEDO; BILIA, 1998).

No levantamento de 2015 foram encontrados oito indivíduos de *G. hirsuta* em sete parcelas (SOUZA; OLIVEIRA; CONCEIÇÃO, 2018). Em abril de 2021, foram encontrados nove indivíduos, nas mesmas sete parcelas, sendo que em uma das parcelas foi encontrado um recruta. Não houve mortalidade de indivíduos de *G. hirsuta* entre 2015 e 2021. Portanto, no período de um ano

apenas um indivíduo ingressou no levantamento, considerando o diâmetro de inclusão de 5 cm de diâmetro.

A espécie *G. hirsuta* destacou-se quanto aos índices de análise da estrutura horizontal em levantamentos quantitativos realizados na Serra da Capoeira-RJ (PEIXOTO et al., 2005), Serra da Raiz-PB (CORDEIRO; FELIX, 2013) e Ubatuba-SP (OLIVEIRA SOUZA et al., 2018). O clima da Serra da Capoeira e de Ubatuba se caracteriza por ausência de estação seca. A maioria dos levantamentos onde a espécie ocorreu, mas não se destacou quando a densidade de indivíduo, é de clima com estações secas bem definidas (Tabela 5).

Tabela 5: Lista de levantamentos quantitativos que registraram a ocorrência de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell.

Local	Vegetação	Precipitação média anual (mm)	Clima	Destaque na análise estrutural	Fonte
Serra da Capoeira Grande-RJ	Mata Atlântica	1027	Tropical chuvoso sem estação seca	SIM	Peixoto et al., 2005
Serra da Raiz, Guarabira-PB	Transição Mata Atlântica/ Caatinga	1000 a 1200	Quente e úmido	SIM	Cordeiro e Felix, 2013
Parque nacional do Rio Doce-MG	Floresta Estacional Semidecídua	1300	Tropical úmido de savana	NÃO	Camargos et al., 2008
Viçosa -MG	Floresta Estacional Semidecídua	1221	Subtropical moderado úmido	NÃO	Campos et al., 2006
Ubatuba-SP	Ombrófila densa	2200	Tropical úmido sem estação seca	SIM	Oliveira Souza et al., 2018
Juiz de Fora-MG	Mata Atlântica	1500	Subtropical úmido, estações bem definidas	NÃO	Oliveira-Neto et al., 2017
Ubatuba-SP	Mata Atlântica	2200	Tropical úmido sem	NÃO	Cielo Filho e Martins, 2011

			estação seca		
Diamantina-MG	Mata Atlântica	1279	Subtropical de altitude, estações bem definidas	NÃO	Costa <i>et al.</i> , 2021
Londrina-PR	Floresta Estacional Semidecídua	1600	Tropical úmido	NÃO	Estevan <i>et al.</i> , 2016

Portanto, *G. hirsuta* ocorre mais abundantemente em áreas mais úmidas. Outra evidência da preferência dessa espécie por locais com maior disponibilidade hídrica foi registrada no estudo de Menino *et al.* (2015), no qual classifica *G. hirsuta* como indicadora de mata ciliar. A preferência dessa espécie por locais mais úmidos se justifica, em parte, pela recalcitrância das sementes.

A germinação é o ponto mais crítico para o pleno sucesso das plantas. Sendo a disponibilidade de água, luz e temperatura os principais fatores que influenciam a germinação de sementes (FLORIANO, 2004). As sementes recalcitrantes são as mais sensíveis em relação a variação ambiental, podendo enfrentar condições desfavoráveis ao estabelecimento de plântulas, como períodos de seca, em que a disponibilidade de água seria um fator limitante e causador de estresse (INOCENTE, 2018). Segundo Parajara (2015), a propagação vegetativa constitui em uma alternativa para superar as dificuldades de propagação de espécies recalcitrantes, no entanto, não há nenhum estudo sobre o tema para a espécie em questão.

2.5 CONCLUSÃO

As sementes de *G. hirsuta* são recalcitrantes e de germinação lenta e desuniforme.

Desta maneira, considerando o período de coleta das sementes de *G. hirsuta*, em agosto de 2021, há indicativo de que a espécie terá dificuldades para se manter na APA do Lago de Pedra do Cavalo, devido à baixa precipitação nos meses sucessivos à dispersão dos frutos. Neste sentido, conhecer a fenologia reprodutiva, o grau de tolerância a dessecação das sementes e a distribuição da germinação no tempo permite analisar a capacidade de estabelecimento e de manutenção das espécies nos ambientes onde são encontradas. Vale ressaltar que estudos de fenologia reprodutiva devem ser realizados para verificar se *G.*

hirsuta apresenta outros períodos de dispersão de frutos na APA do Lago de Pedra do Cavalo.

REFERÊNCIAS

BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C. 1998. Evolution of research on recalcitrant seeds. **Scientia Agricola** (Especial): 121-125.

BARBEDO, C.J.; MARCOS-FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasilica**, v.12, p.145-164, 1998.

BUITINK, J.; LEPRINCE, O. Letters to the twenty-first century botanist. Second series: "What is a seed? - 2. Regulation of desiccation tolerance and longevity in developing seeds: two faces of the same coin". **Botany Letters**, v. 165, n. 2, 2018.

BRAGANTE, R. B. **Metabolismo e potencial de armazenamento de sementes de leguminosas nativas**. Tese (Doutorado). Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente. São Paulo. 2016.

CACCERE, R., TEIXEIRA, S.P., CENTENO, D.C., FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L., BRAGA, M.R. 2013. Metabolic and structural changes during early maturation of *Inga vera* seeds are consistent with the lack of a desiccation phase. **Journal of Plant Physiology** 170, 791-800.

CAMARGOS, V. L.; SILVA, A. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, S. V. Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecídua no entorno da Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brasil. **Acta bot. Bras.** 2008.

CIELO-FILHO, R.; MARTINS, F. R. Florística e estrutura de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica Submontana no Parque Estadual da Serra do Mar. **Biota Neotropica**. 2011.

CORDEIRO, J. M. P.; FÉLIX, L. P. LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO EM MATA DE ENCOSTA NO AGRESTE PARAIBANO. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 21, 2013.

COSTA, T.; R.; MOURA, C. C.; MACHADO, E. L. M.; GONZAGA, A. P. D. Arboreal flora af "capões" in the Espinhaço Range Biosphere Reserve. **Revista Espinhaço**. 2021.

ELLIS, R. H; HONG, T. D; ROBERTS. E, H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal Experimental Botany**, 1990.

ESTEVAN, D. A.; VIEIRA, A. O. S.; GORENSTEIN. Estrutura e relações florísticas de um fragmento de floresta estacional semidecidual, Londrina, Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3. 2016.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno didático nº 2, 1ª ed. Santa Rosa, 2004.

- HONDA, Y. Ecological correlations between the persistence of the soil seed bank and several plant traits, including seed dormancy. **Plant Escol**, 196:301–309. 2008.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55 p.
- LEPRINCE, O.; BUITINK, J. Desiccation tolerance: from genomics to the field. **Plant Science**, v.179, p.554-564, 2010.
- MARCOS FILHO, J. 2015. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Abrates, Londrina 660p.
- MEDEIROS, A. C. S.; MEIRA, M. T. S. **Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas**. Nota técnica. Colombo, PR Dezembro, 2006.
- NATAL, C.C. **As Nyctaginaceae Juss. do estado de São Paulo**. 2021. 89 f. Dissertação (Mestrado em Biociências) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Assis-SP.
- OLIVEIRA, G. M. **Vulnerabilidade de sementes de Aroeira-dosertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) às mudanças climáticas globais**. Universidade Estadual de Feira de Santana. 2019. 97p. Dissertação de mestrado.
- OLIVEIRA-NETO, N. E.; NASCIMENTO, D. R.; CARVALHO, F. A. Biodiversity inventory of trees in a neotropical secondary forest after abandonment of shaded coffee plantation. **iForest Biogeosciences and Florestry**. vol. 10. 2017.
- OLIVEIRA SOUZA, A. C.; BENACCI, L.; JOLY, C. A. Floristic and structure of the arboreal Community of na Ombrophilous Dense Floresta at 800m above sea level, in Ubatuba;SP, Brazil. **Biota Neotropica**. 2018.
- PASSOS, L., OLIVEIRA, P. S. Interaction between ants and fruits of *Guapira opposita* (Nyctaginaceae) in a Brazilian sandy plain rainforest: ant effects on seeds and seedlings. **Oecologia** (2004).
- PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; SILVA, E. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta bot. Bras.** 2005.
- PARAJARA, F. C. **Propagação vegetativa e desenvolvimento de mudas de espécies nativas por estaquia de ramos herbáceos**. - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2015. 82p. Dissertação de mestrado.
- ROBERTS, E. Predicting the storage life of seeds. In: **Science and Technology**, 1: 499- 514, 1973.
- SÁ, C.F.C. STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SALINO, A. **Nyctaginaceae**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 516 p.
- SOUZA, J. S.; OLIVEIRA, L. P.; CONCEIÇÃO, T. A. Flora das APAs de Lago de Pedra do Cavalo e Joanes-Ipitanga. In: MENDONÇA, A. V. R.; SOUZA, J. S.;

SOUZA, M. O.; SANTOS, J. P. A. **Propagação de espécies florestais nativas da Bahia**. Cruz das Almas: Editora UFRB, 2018. p403-423.

TWEDDLE, J.C; DICKIE, J.B.; BASKIN, C.C.; BASKIN J.M. Ecological Aspects of Seed Desiccation Sensitivity. **Journal of Ecology**, v.91, p.294-304, 2003.

CAPÍTULO 2: FENOLOGIA DE *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA APA DO LAGO DE PEDRA DO CAVALO

RESUMO. A duração de cada etapa fenológica está diretamente relacionada com as condições climáticas e à adaptação de cada indivíduo no local em que está inserido. O conhecimento acerca da fenologia das espécies permite prever períodos de reprodução das plantas, e assim estabelecer estratégias de coleta de sementes e frutos. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo caracterizar a fenologia reprodutiva da espécie *G. hirsuta*, no período de outubro de 2021 a setembro de 2022. As coletas de dados foram realizadas em um fragmento de mata da Área de Proteção Ambiental (APA) do Lago de Pedra do Cavalo, localizado no município de São Gonçalo dos Campos– Bahia. Para acompanhar a floração e frutificação foram realizadas expedições mensais para observar identificados na área. Foi observada a presença ou ausência de flores e frutos, bem como a quantidade destas estruturas quando presentes, em 17 indivíduos. Foram empregados os métodos semiquantitativos de Fournier, que consiste em avaliar a intensidade fenológica e classificá-las de zero a quatro de acordo com o percentual de flores e frutos observáveis na copa. O estudo foi realizado nos meses referentes à fase vegetativa, floração e de frutificação. A floração da *G. hirsuta* na APA de Lago de Pedra do Cavalo ocorre no mês de junho, e a frutificação de julho a setembro. Devido as condições climáticas, a época de dispersão dos frutos de *G. hirsuta* na APA de Lago de Pedra do Cavalo não é favorável para a germinação das suas sementes.

Palavras chaves: Florescimento; Frutificação; Nyctaginaceae; Padrão fenológico

CHAPTER 2: PHENOLOGY OF *Guapira hirsute* (Choisy) Lundell IN A REMNANT OF SEMIDECIDUOUS FOREST IN THE APA DO LAGO DE PEDRA DO CAVALO

ABSTRACT. The duration of each phenological stage is directly related to the climatic conditions and the adaptation of each individual in the place where it is inserted. Knowledge about the phenology of species allows predicting periods of plant reproduction, and thus establishing seed and fruit collection strategies. Thus, the present study aimed to characterize the reproductive phenology of the species *G. hirsuta*, from October 2021 to September 2022. Data collection was carried out in a forest fragment in the Environmental Protection Area (APA) of Lago de Pedra do Cavalo, located in the municipality of São Gonçalo dos Campos – Bahia. To monitor flowering and fruiting, monthly expeditions were carried out to observe identified in the area. The presence or absence of flowers and fruits was observed, as well as the number of these structures when present, in 17 individuals. Fournier's semi-quantitative methods were used, which consists of evaluating the phenological intensity and classifying them from zero to four according to the percentage of flowers and fruits observable in the canopy. The study was carried out in months referring to the vegetative phase, flowering and fruiting. Flowering of *G. hirsuta* in the APA of Lago de Pedra do Cavalo occurs in June, and fruiting from July to September. Due to climatic conditions, the time of dispersal of the fruits of *G. hirsuta* in the APA of Lago de Pedra do Cavalo is not favorable for the germination of its seeds.

Keywords: Flowering; Fruiting; Nyctaginaceae; Phenological pattern

3.1 INTRODUÇÃO

O estudo fenológico trata de investigar o acontecimento de eventos biológicos das plantas, como a data de ocorrência das fases, como brotação, floração, frutificação, maturação dos frutos e quedas das floras (FOURNIER, 1974; 1976). A duração de cada etapa fenológica está diretamente relacionada com as condições climáticas e à adaptação de cada indivíduo no local em que está inserido (ANDREIS *et al.*, 2005)

O conhecimento sobre a fenologia das espécies permite prever períodos de reprodução das plantas, e assim estabelecer estratégias de coleta de sementes e frutos (SILVA *et al.*, 2017). Segundo Freitas *et al.* (2013), estudos sobre a fenologia reprodutiva são importantes no fornecimento de informações que possibilitam definir estratégias para uso sustentável e monitoramento dos impactos de exploração, da disponibilidade de frutos e da perpetuação das espécies.

A *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell é uma espécie pertencente à família Nyctaginaceae, sendo uma espécie endêmica do Brasil, podendo apresentar-se como arbusto, árvore ou subarbusto (ROSSETTO; SÁ; COELHO, 2023). A espécie ocorre nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado (SÁ *et al.*, 2009). Ela geralmente ocorre em vegetação característica de Campo Rupestre, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) e Restinga (ROSSETTO; SÁ; COELHO, 2023). Ocorrendo nos Estados do Pará, Acre, Maranhão, Ceará, Paraíba, Bahia, Alagoas, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SÁ *et al.*, 2009).

Na literatura, poucas são as informações sobre *G. hirsuta*, trata-se de uma espécie dioica (ROCHA-SANTOS *et al.*, 2020), com dispersão zoocórica (BORGIO *et al.*, 2011; MOURA; MANTOVANI, 2017; ROCHA-SANTOS *et al.*, 2020) e tolerante a sombra (BORGIO *et al.*, 2011). Severi (2010) realizou estudos acerca de espécies do gênero *Guapira*, sendo analisado o potencial químico nas espécies *G. noxia*, *G. opposita* e *G. graciliflora*, identificando, então, atividade

antioxidante, e também antimicrobiana nessas espécies. Em levantamentos etnobotânicos, a *G. hirsuta* foi citada como planta com potencial forrageiro, tecnológico e para combustível (CUNHA, 2020). Além disso, até o momento de pesquisas para a elaboração do presente trabalho (07/03/2023), não há informações sobre o padrão de distribuição, crescimento, fenologia e comportamento da espécie quanto a germinação.

Dentre os diferentes estágios do ciclo vital das angiospermas, a germinação é o ponto mais crítico para o pleno sucesso das plantas. Segundo Floriano (2004), a disponibilidade de luz, de água e a temperatura do ambiente estão entre os principais fatores que influenciam a germinação de sementes. Dessa forma, conhecer a fenologia de uma espécie permite identificar se a época de dispersão dos frutos está de acordo com as condições ideais para sua propagação, podendo-se prever o sucesso da espécie no ambiente.

Sendo assim os estudos acerca dos padrões fenológicos das espécies arbóreas são importantes em programas de conservação de recursos genéticos. Destarte, o presente estudo teve por objetivo caracterizar a fenologia reprodutiva da espécie *G. hirsuta*, no período de outubro de 2021 a setembro de 2022, na Área de Proteção Ambiental de Lago de Pedra do Cavalo.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

As coletas de dados foram realizadas em um fragmento de mata da Área de Proteção Ambiental do Lago de Pedra do Cavalo com aproximadamente 6,2 hectares, localizado no município de São Gonçalo dos Campos– Bahia, Centro-Norte Baiano, entre as coordenadas 38°58'38,1" e 38°58'46" W / 12°19'53,9" e 12°20'0,7" S (Figura 1). A APA da Pedra do Cavalo, criada pelo Decreto estadual no 6.548 de 18 de julho de 1997 e alterada pelo decreto estadual no 7.575, de 19 de maio de 1999, possui uma área total de 30.156 hectares (39°20'00" e 38°55'00" W / 12°10'00" e 12°40'00"S), abrange os municípios baianos de Feira de Santana (Classificação Koppen de clima Aw), Antônio Cardoso (Classificação Koppen de clima Af), Santo Estevão (Classificação Koppen de clima Af), Cabaceiras do Paraguaçu (Classificação Koppen de clima Am), Governador Mangabeira (Classificação Koppen de clima Af), Muritiba (Classificação Koppen

de clima Af), São Félix (Classificação Koppen de clima Aw), Cachoeira (Classificação Koppen de clima Aw), Conceição de Feira (Classificação Koppen de clima Af) e São Gonçalo dos Campos (Classificação Koppen de clima Af).

A APA do Lago de Pedra do Cavalo é uma área que está localizada em uma zona de transição entre os Biomas Mata Atlântica e Caatinga de paisagem integrada com feições da Caatinga e remanescentes de Mata Atlântica (SRH, 2003). A maior parte da área (50,8%) está ocupada por vegetação rala, caracterizada por uma caatinga pouco densa, cerca de 18% da área, nas proximidades de curso d'água abriga florestas estacionais, matas ciliares e galeria (TEIXEIRA; SILVA; LIMA, 2009).

A precipitação (Figura 1) e a temperatura (Figura 2) média mensal foram obtidas com base nos dados provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET da estação meteorológica automática A413 – Feira de Santana, localizada na latitude -12.1961111, longitude -38.96749999 e altitude 229,64 m, referentes a um período de 10 anos (2011 a 2021).

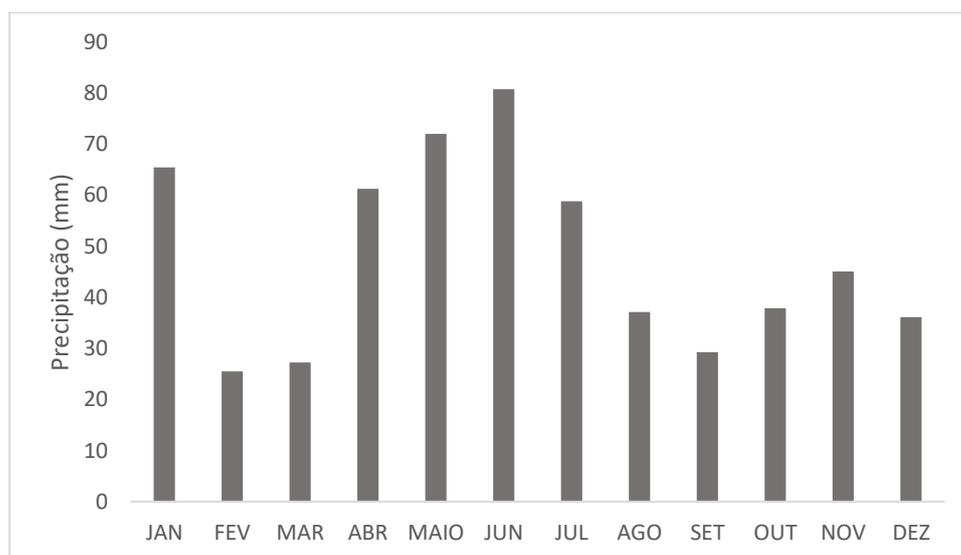


Figura 1: Distribuição anual de precipitação na região de Feira de Santana-BA, do ano de 2011 a 2021.

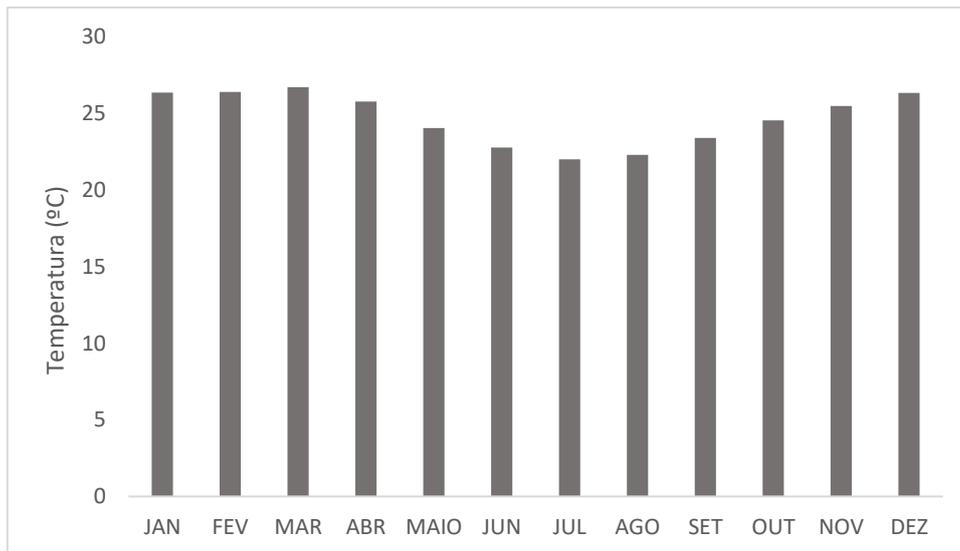


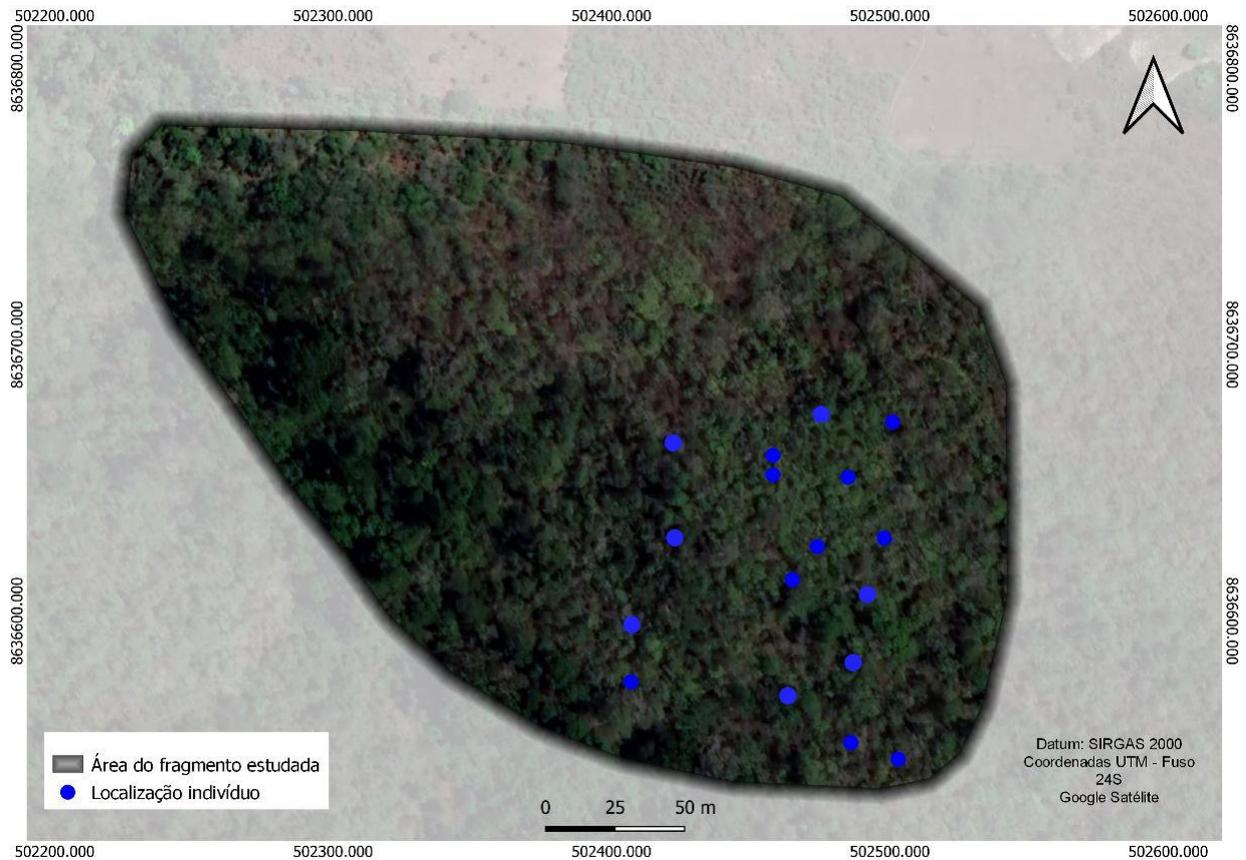
Figura 2: Temperatura média mensal na região de Feira de Santana-BA. do ano de 2011 a 2021.

3.2.2 PADRÃO FENOLÓGICO

Para acompanhar a floração e frutificação foram realizadas expedições mensais para observar identificados na área, no período de outubro de 2021 a setembro de 2022. O material botânico de cada indivíduo observado foi coletado, herborizado e incorporado ao Herbário HURB.

Foi observado a presença ou ausência de flores e frutos, bem como a quantidade destas estruturas quando presentes, em 17 indivíduos (Figura 3). Foram empregados os métodos semiquantitativos de Fournier (1974), que consiste em avaliar a intensidade fenológica e classificá-las de zero a quatro de acordo com o percentual de flores e frutos observáveis na copa (NEVES *et al.*, 2017). Foram observados os meses referentes à fase vegetativa, floração e de frutificação.

Figura 3: Localização dos indivíduos arbóreos de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell na APA Lago de Pedra do Cavallo.



Coordenadas de localização dos indivíduos em UTM: 502407 W, 8636578 S; 502503 W, 8636550 S; 502486 W, 8636556 S; 502465 W, 8636615 S; 502474 W, 8636627 S; 502485 W, 8636652 S; 502498 W, 8636630 S; 502458 W, 863660 S; 502458 W, 8636653 S; 502501 W, 8636672 S; 502393 W, 8636693 S; 502386 W, 8636699 S; 502353 W, 8636711 S; 502321 W, 8636723 S; 502288 W, 8636734 S; 502256 W, 8636746 S; 502223 W, 8636758.

A sazonalidade dos dados fenológicos foi analisada com base em estatísticas circulares, em que os meses do ano foram convertidos em intervalos angulares de 30° (MORELLATO *et al.*, 2010). Para a fenofase, foi calculado: (i) o ângulo médio, que representa a data média do atividade fenológica considerada; (ii) o comprimento do vetor r , que reflete a agregação das datas (sincronia de eventos) como bem como a sazonalidade das espécies estudadas (com altos valores de r [$> 0,5$] indicando agregação e, portanto, a sazonalidade de o evento fenológico em consideração); (iii) o Rayleigh teste (z) que determina o nível de significância do μ . A hipótese nula é a de que os dados são distribuídos uniformemente ao longo do ano, e a hipótese alternativa é a de que os dados não são distribuídos aleatoriamente ao longo do ano. Caso a hipótese alternativa seja aceita, é calculado o vetor (r) que é utilizado como medida da magnitude do

efeito da estacionalidade sobre a fenologia. Dessa forma, r varia de 0 (a atividade fenológica é distribuída uniformemente ao longo do ano) a 1 (a atividade fenológica é concentrada em um período do ano) (NOGUEIRA *et al.*, 2013). Para a análise foi utilizado o *Software R*, com a adição da versão de pacote “circular” (R Core Team 2020). O teste Watson-Wheeler (W) foi usado para comparar a média datas de cada fenofase durante os períodos de estudo (BATSCHELET, 1981).

3.2.3 CARACTERIZAÇÃO DA GERMINAÇÃO

Para a caracterização da germinação em diferentes temperaturas executou-se um experimento em delineamento experimental inteiramente casualizado utilizando seis temperaturas (10°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C), com tratamentos constituídos por quatro repetições de 25 sementes.

As sementes foram provenientes de oito matrizes de *G. hirsuta*, coletadas na Área de Proteção Ambiental Lago Pedra do Cavalo, localizada no município de São Gonçalo dos Campos- BA (12° 25' 38"S, 38° 58' 26"W). Os frutos foram coletados em agosto de 2021 beneficiados manualmente no Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, localizado no Complexo de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no campus de Cruz das Almas.

Para os testes de germinação as sementes foram dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso (g) do papel seco (BRASIL, 2009). Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes para minimizar a evaporação e colocados em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) com fotoperíodo de 12 horas/luz.

Foram realizadas contagens diárias, avaliando-se o número de sementes germinadas e a formação de plântulas normais. Foram consideradas sementes germinadas àquelas com a protusão da radícula. Como plântula normal foi considerada aquela com todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas.

Empregou-se regressão para avaliação do efeito da temperatura na proporção de sementes germinadas e de plântulas normais. Foi utilizado modelos lineares generalizados (MLG), com distribuição binomial e função de ligação logit.

Calculou-se o tempo médio de germinação que foi avaliado, em resposta às temperaturas testadas, por meio de análise de variância e regressão.

3.3 RESULTADOS

A floração de *G. hirsuta* foi anual, com apenas um ciclo de produção de flores no ano. Dos 17 indivíduos observados, 14 deles apresentaram a fenofase da floração no ano em estudo. A fenofase da floração apresentou sazonalidade, e ocorre em picos muito rápidos, a data média foi o dia 01 de junho (Figura 4).

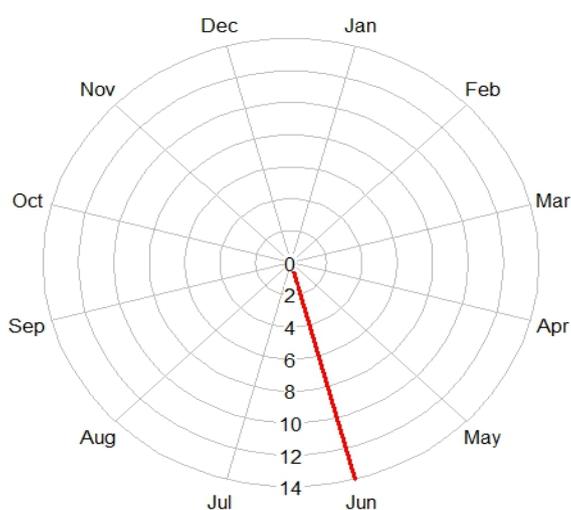


Figura 4: Histograma circular com a frequência relativa à fenofase de floração da espécie *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell, referente ao período de outubro de 2021 a setembro de 2022.

De acordo com a estatística circular a data média da concentração da frutificação aconteceu entre julho e setembro (Figura 5), sendo que o pico ocorreu em julho, a data média foi o dia 16 de julho.

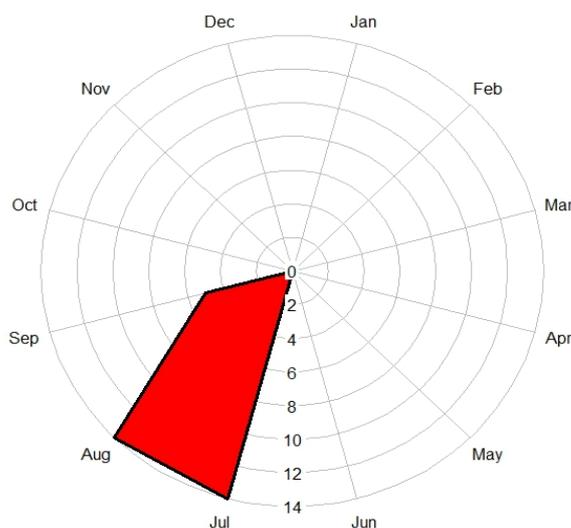


Figura 5: Histograma circular com a frequência relativa à fenofase de frutificação da espécie *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell, referente ao período de outubro de 2021 a de 2022.

Através da estatística circular calculou-se a data ou ângulo médio de ocorrência dos eventos fenológicos, e o teste de Rayleigh (Z) (Tabela 1) comprovou sazonalidade elevada para as fenofases de floração e frutificação, sendo que o comprimento do vetor r em ambas as fenofases foi próximo a 1, ou seja, a atividade fenológica encontra-se concentrada em um período do ano.

Tabela 1: Estatística circular dos eventos fenológicos reprodutivos de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell na APA de Lago de Pedra do Cavalo, São Gonçalo dos Campos, Estado da Bahia, Brasil.

Fenofase	Ângulo Médio do Vetor (μ)	Desvio Padrão Circular	Dia Médio	Comprimento Médio do Vetor (r)	Teste de Rayleigh (ρ)
Floração	150,9	0	01/jun	0,99	<0,001
Frutificação	201,6	0.3727602	22/jul	0,96	<0,001

Quando se associou o número total de indivíduos em cada fenofase com as variáveis climáticas do período estudado houve maior correlação negativa em relação a temperatura média, dessa forma, uma maior temperatura está relacionada com uma menor frutificação (Tabela 2). Não há correlação entre precipitação e floração.

Tabela 2: Coeficientes de Correlação de Spearman (rs) para as fenofases de floração e frutificação de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell para as variáveis ambientais precipitação e temperatura de outubro de 2021 a setembro de 2022.

Fruto		Flor	
Precipitação total mensal (mm)	Temperatura média mensal (°C)	Precipitação total mensal (mm)	Temperatura média mensal (°C)
-0.26	-0.71 *	-0.043	-0.30

Nível significância = $\alpha=0,05$

Quanto a influência da temperatura na germinação de sementes de *G. hirsuta* constatou-se que não houve germinação, e conseqüentemente, nem formação de plântulas normais nas temperaturas de 10 °C e de 40 °C. A proporção máxima de sementes germinadas (G) e de formação de plântulas normais ocorreu entre as temperaturas de 25° C e 26 °C (Figura 6).

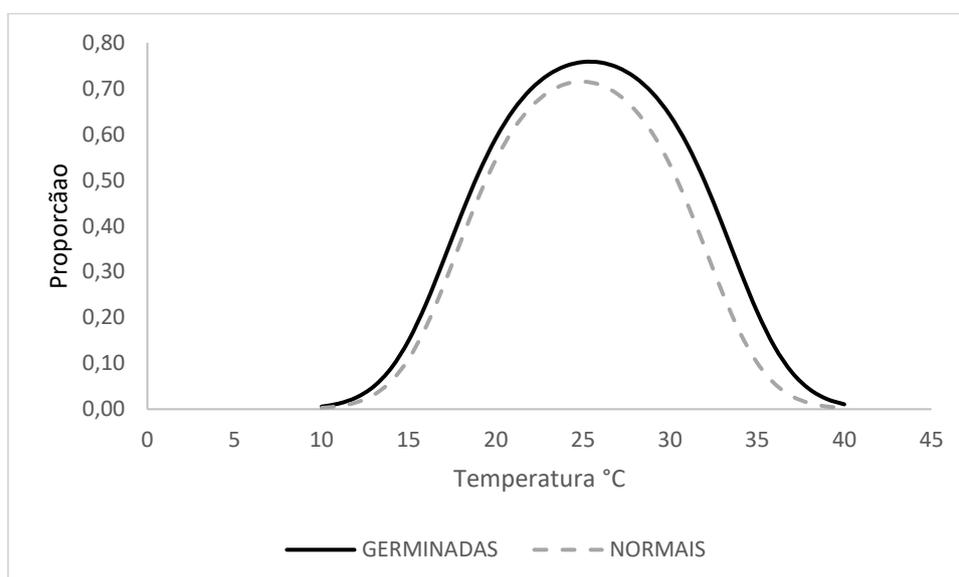


Figura 6: Proporção de sementes germinadas (G) e plântulas normais (N) de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell. $G = \frac{\exp(-16,0 + (1,4x) - (0,03x^2))}{1 + \exp(-16,0 + (1,4x) - (0,03x^2))}$, $R^2 = 0,86$; $N = \frac{\exp(-18,0 + (1,5x) - (0,03x^2))}{1 + \exp(-18,0 + (1,5x) - (0,03x^2))}$

O tempo necessário para o início da germinação variou entre as temperaturas testadas. Para a temperatura de 20 °C a germinação teve início entre 56 a 87 dias, para as demais temperaturas entre 35 a 55 dias. Com base na curva ajustada do tempo médio de germinação em resposta a temperatura, o menor tempo (~89 dias) corresponde a temperatura de 28,6°C e na temperatura de 25 °C o tempo médio de germinação é de 94 dias (Figura 7).

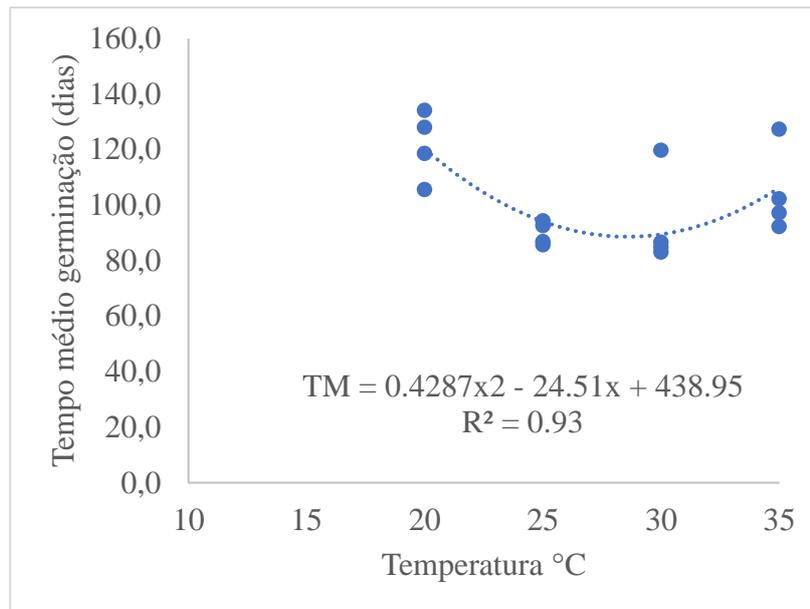


Figura 7: Tempo médio de germinação (TM) de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell em resposta a temperatura (x).

Com a relação estabelecida pela curva de regressão entre o tempo médio de germinação e a temperatura (Figura 7) foi possível estimar o tempo necessário para a ocorrência da germinação no período de dispersão dos frutos de *G. hirsuta*, com base nos dados de temperatura obtidos no INMET (Figuras 3 e 4). Para as sementes dispersas entre julho e agosto o tempo necessário para a germinação de sementes da espécie é superior a 100 dias (Tabela 3)

Tabela 3: Simulação do tempo médio de germinação (TM) com base nas temperaturas dos meses referentes a dispersão de frutos de *Guapira hirsuta* (Choisy) Lundell na APA do Lago de Pedra do Cavalo.

Mês	Temperatura °C	Precipitação (mm)	TM (dias)
Julho	21.8	80.4	108
Agosto	21.9	54.9	108
Setembro	23.0	40.6	102
Outubro	24.7	42.4	95
Novembro	25.5	68.7	93

3.4 DISCUSSÃO

As plantas podem se desenvolver com sucesso perante as flutuações cíclicas bióticas e abióticas do meio ambiente através de estratégias fenológicas, ocorrendo a percepção de sinais periódicos e estímulos externos (SARMIENTO; MONASTERIO, 1983). Os padrões fenológicos das espécies vegetais são

influenciados diretamente por fatores climáticos, sendo a disponibilidade hídrica e a temperatura importantes fatores para detecção destes padrões, atuando como sinalizadores de condições propícias a ocorrência de eventos fenológicos, desencadeando processos fisiológicos de forma indireta (PAVON; BRIONES, 2001). A floração e a frutificação das plantas podem sincronizar com eventos climáticos para garantir o sucesso reprodutivo (STEVENSON *et al.*, 2008). Segundo Mohandass *et al.* (2018) a reprodução de plantas tropicais é dependente de fatores bióticos e abióticos, tendendo a ter ciclos de crescimento intermitentes, não contínuos, e isso reflete na fenologia. Essa dependência permite que a sazonalidade em algumas espécies seja mais acentuada.

Verificou-se que *G. hirsuta* teve floração sazonal em junho, mês de maior precipitação (Figura 1) e menor temperatura (Figura 2). Barbosa *et al.* (1989) ao analisar o comportamento fenológico de espécies da caatinga constatou que 50% das espécies observadas floresceram no período de maior intensidade de chuvas. Marques e Oliveira (2004) ao estudarem a fenologia de espécie de florestas de restingas, constataram que a *Guapira opposita* (Vell.) Reitz apresentou floração em novembro e dezembro, correspondente ao período de chuvas na região avaliada. Os autores ainda afirmam que a espécie permaneceu por alguns períodos sem folhas, reforçando a ideia de que espécie com o comportamento fenológico de floração em período úmido possui tendência à deciduidade.

Constatou-se sazonalidade de frutificação para os indivíduos de *G. hirsuta* na área em estudo. Campos (2007) afirmou que em regiões neotropicais espécies zoocóricas tende a apresentar comportamento sazonal. De acordo com Muniz (2008), Costa (2015), Destefani (2006) a *G. hirsuta* é zoocórica. A frutificação da *G. hirsuta* ocorreu em julho e setembro, período de menor temperatura e com decréscimo da pluviosidade em relação aos meses anteriores. Resultado similar foi encontrado por Marques e Oliveira (2004), que ao estudarem a fenologia da *G. opposita* verificaram que estas frutificaram no período de janeiro a fevereiro, correspondente ao final da estação úmida na localidade.

Lacerda *et al.* (2018) ao estudarem espécies de uma savana no nordeste do Brasil verificaram que ocorreu maiores quantidades de frutos na transição do período chuvoso para o seco. Os autores afirmam que esse comportamento

pode ser reflexo da exigência de fornecimento de água para o desenvolvimento de frutos e dispersão facilitada pelo período seco seguinte, quando há menos coberturas de folhas, facilitando a dispersão de sementes. Talora e Morellato (2000) ao analisarem a fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea, constataram que houve significativa produção de frutos durante o período mais frio e de menor pluviosidade na localidade, o que minimiza a ocorrência de pragas e doenças, já que em períodos mais frios e secos do ano há uma menor atividade de patógenos e predadores.

Segundo Marques (2002), além do clima, é provável que os fatores seletivos que determinam a época de ocorrência da frutificação estejam também relacionados com outras fases de desenvolvimento da planta, como a germinação de sementes, que deve ocorrer num período propício para o estabelecimento das plântulas.

O período de frutificação de *G. hirsuta* é de julho-setembro e o tempo médio de germinação depende da temperatura (Tabela 3). A precipitação na APA do Lago de Pedra do Cavalo, normalmente, reduz nos meses de agosto, setembro e outubro (Figura 3), o que pode dificultar a germinação das sementes de *G. hirsuta*, já que a espécie possui sementes recalcitrantes (dados não publicados) e o tempo de germinação é de pelo menos 89 dias (Figura 7). Com a dispersão em setembro, o tempo médio poderá reduzir, já que as temperaturas dos meses de outubro e novembro são mais favoráveis a velocidade da germinação, entretanto, a precipitação entre os meses de agosto a outubro é reduzida. Maiores chances de estabelecimento ocorrem se as sementes acessarem locais próximos a corpos d'água, com a manutenção de umidade do solo. De acordo com Menino et al. (2015), *G. hirsuta* é uma espécie indicadora de mata ciliar.

Segundo Santos *et al.* (2020), pulsos de precipitação são responsáveis pelo início do crescimento e desenvolvimento das plantas, entretanto, no caso de *G. hirsuta* que possui sementes de germinação lenta e desuniforme, picos isolados de precipitação pode não ser suficiente para garantir o sucesso do processo germinativo.

3.5 CONCLUSÃO

A floração da *G. hirsuta* na APA de Lago de Pedra do Cavalo ocorre no mês de junho, e a frutificação de julho a setembro.

Devido as condições climáticas, a época de dispersão dos frutos de *G. hirsuta* na APA de Lago de Pedra do Cavalo não favorece a germinação das sementes.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, D. C. A.; ALVES, J. L. H.; PRAZERES, S. M. PAIVA, A. M. A. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE). **Acta Botanica Brasilica**. v. 2, p. 109 a 117, 1989.

CAMPOS, E. P. 2007. **Fenologia e chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil**. Tese de doutorado (Botânica), Unbiversidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

COSTA, M. A. A. R. **Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense**. 2015.116p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Piracicaba.

CUNHA, S. S. **Recursos forrageiros em florestas secas: como o conhecimento ecológico local pode influenciar a dinâmica de uso frente a sazonalidade**. 2020. 35P. Dissertação (Mestrado – Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande-PB.

DESTEFANI, A. C. C. **Espécies arbustivo-arbóreas em diferentes micro-sítios de luz numa Floresta Estacional Semidecidual no município de Gália - SP**. 2006. 258p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Piracicaba.

LACERDA, D. M. A.; ROSSATTO, D. R.; RIBEIRO - NOVAES, E. K. M. D.; ALMEIDA JUNIOR, E. B. 2018. Reproductive phenology differs between evergreen and deciduous species in a Northeast Brazilian savana. **Acta Botânica Brasília**, 32(3), 367–375. DOI. 10.1590/0102-33062017abb0343.

MARQUES, M. C. M. 2002. **Dinâmica da dispersão de sementes e regeneração de plantas da Planície Litorânea da Ilha do Mel, PR**. Tese de doutorado (Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-dossel de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.4, p.713-723, 2004.

MUNIZ, F. H. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. **Acta Amazônica**. v. 38(4), p. 617 – 626. 2008.

NATAL, C.C. **As Nyctaginaceae Juss. do estado de São Paulo**. 2021. 89 f. Dissertação (Mestrado em Biociências) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Assis-SP.

NOGUEIRA, F. C. B. et al. Fenologia de *Dalbergia cearenses* Ducke (Fabaceae) em um fragmento de Floresta Estacional, no semiárido do Nordeste, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 657-667, ago. 2013.

PAVÓN, N.P.; BRIONES, O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **Journal of Arid Environments**. 49: 165-277.

SÁ, C.F.C. STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SALINO, A. **Nyctaginaceae**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 516 p.

SANTOS, C. C. O.; SILVA, K. A. C.; SILVA, A. M. M.; MELO, D. F. A. M.; AREÚJO NETO, J. C.; FERREIRA, V. M.; PAES, R. A.; MELO JUNIOR, J. L. A. Fenologia e germinação de sementes de sobraji. **Revista Craibeiras de Agroecologia**. v. 5, n. 1, p. e9443, 2020.

SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. 1983 Life-forms and phenology. Pp 79-108. In: Bourlière, F. (Ed.). **Ecosystems of the World 13: tropical savannas**. Amsterdam, Elsevier.

STEVENSON, P. R.; CASTELLANOS, M. C.; CORTES, A. I.; LINK, A. 2008. Flowering patterns in a-seasonal tropical lowland forest in western Amazonia. **Biotropica**, 40(5), 559–567. DOI: 10.1111/j.1744- 7429.2008.00417.x

TALORA, D.C.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n. 1, p. 13-26, 2000.

MENINO, G. C. O.; SANTOS, R. M.; PIFANO, D. S.; ALMEIRA, C. A. T.; DOMINGOS, D. Q.; MOREIRA, A. M. Inselberg como fonte de diversidade β em uma matriz vegetacional, no município de Coqueiral-MG. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 947-958, 2015.