



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE BIOTECNOLOGIA –
REDE BIONORTE

**AVALIAÇÃO FENOLÓGICA E
MORFOLÓGICA DE *Pilocarpus
microphyllus* Stapf Ex Wardleworth**

**RUANNY KAREN VIDAL PANTOJA
PORTAL MOREIRA**

**BELÉM – PA
2022**

REDE BIONORTE

RUANNY KAREN VIDAL PANTOJA PORTAL MOREIRA

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA
– REDE BIONORTE

AVALIAÇÃO FENOLÓGICA E MORFOLÓGICA DE *Pilocarpus*
***microphyllus* Stapf Ex Wardleworth**

RUANNY KAREN VIDAL PANTOJA PORTAL MOREIRA

Belém – PA

2022

RUANNY KAREN VIDAL PANTOJA PORTAL MOREIRA

**AVALIAÇÃO FENOLÓGICA E MORFOLÓGICA DE *Pilocarpus*
microphyllus Stapf Ex Wardleworth**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Alves Lameira

Belém – PA
AGOSTO/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V648a Vidal Pantoja Portal Moreira, Ruanny Karen.
Avaliação fenológica e morfológica de *Pilocarpus microphyllus*
Stapf Ex Wardleworth / Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal
Moreira. — 2022.
47 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Osmar Alves Lameira
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade e Biotecnologia, Belém, 2022.

1. Jaborandi. 2. Conservação. 3. Floração. 4. Frutificação.
5. Caracteres quantitativos. I. Título.

CDD 633.88

RUANNY KAREN VIDAL PANTOJA PORTAL MOREIRA

**AVALIAÇÃO FENOLÓGICA E MORFOLÓGICA DE *Pilocarpus
microphyllus* Stapf Ex Wardleworth**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia- Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia .

Aprovada em 04/08/2022.

Banca examinadora



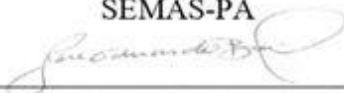
Prof. Dr. Osmar Alves Lameira (Orientador)
Embrapa Amazônia Oriental



Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira
Embrapa Amazônia Oriental



Dra. Ana Paula Ribeiro Medeiros
SEMAS-PA



Dr. José Eduardo Brasil Pereira Pinto
UFLA



Dr. Raphael Lobato Prado Neves
SEMAS-PA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

Eu, Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira, (☒ X) autorizo (☐) não autorizo a publicação da versão final aprovada de minha Tese de Doutorado intitulada “ Avaliação Fenológica e Morfológica de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth” no Portal do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE (PPG-BIONORTE), bem como no repositório de Teses da CAPES ou junto à biblioteca da Instituição Certificadora.

Belém, PA, 04 de agosto de 2022 .



Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

CPF: 012.816.112-47
RG: 6118197

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a Deus; aos meus pais, Cleonice e Joaquim Portal (in memoriam) que infelizmente não pode vivenciar este momento ao meu lado; minhas irmãs, Elizabeth e Renata; minhas sobrinhas, Ana Victória e Ana Sarah, e afilhada Ana Clara; ao meu esposo Paulo André e a minha amada filha, Maria Helena.

E em especial, in memoriam, aqueles que agora estão somente no meu coração e na lembrança: minha avó Raimunda; queridos tios, Alba, Manoel, Lélis Vidal e Domingas Soares. Ao meu querido sogro Walmir Moreira.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida, pela eterna proteção, pelo refúgio e amparo.

Aos meus pais, Joaquim (in memoriam) e Cleonice Portal, por toda dedicação, esforço para proporcionar a melhor educação possível, pelos sacrifícios que tiveram que superar para que hoje eu posso celebrar este marco em minha vida. À minha querida e amada avó-mãe Raimunda Vidal (in memoriam), por ter sido parte fundamental para a formação de meu caráter, toda educação e cada momento dedicado ao meu crescimento.

Aos meus tios (in memoriam), Manoel, Alba, Lélis Vidal e Domingas Soares, as saudades de vocês serão eternas.

Às minhas irmãs Elizabeth e Renata, pelo carinho e apoio.

Às minhas crianças que eu tanto amo, minhas sobrinhas, Ana Victória e Ana Sarah Portal, minha afilhada Ana Clara. Ao meu esposo e grande companheiro Paulo André Moreira, por todo companheirismo, apoio, amor e força repassada durante esta caminhada e por muitas vezes ser meu porto seguro, em especial a minha filha que eu tanto amo e glorifico a Deus por sua existência, Maria Helena.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pela concessão da bolsa de estudos. À Universidade Federal do Pará, Rede Bionorte e Embrapa Amazônia Oriental, por todo conhecimento transmitido para minha formação profissional. Aos técnicos de campo do Horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, em especial, Seu Paulo Guaraná, por todo ensinamento repassado, e principalmente paciência, foi um grande professor e pai; aos funcionários Edil e Lucivaldo, sou grata pelo companheirismo e acolhimento, também agradeço pela infraestrutura para realização deste trabalho.

Ao meu prezado orientador, Dr. Osmar Alves Lameira, pelo apoio, paciência, disponibilidade e contribuições neste trabalho, que Deus sempre abençoe o senhor e toda sua descendência.

A minha amiga Meiciane Ferreira Campelo que sou eternamente grata e feliz por lhe ter ao meu lado em todos os momentos vividos ao decorrer do doutorado, e tenho a certeza que nossa amizade é verdadeira e duradoura, que Deus continue lhe abençoando sempre.

Aos amigos do Horto de Plantas medicinais, Allam Ramires e Amanda Monteiro, sou grata a todo apoio e ajuda nas avaliações.

Às minhas fiéis amigas Tâmeda Portal, Gleyce Kelly Ramos, Maria Cristina de Souza, Dona Ana Cláudia, Aline Gomes, Yulyara Souza, Taiane Vilhena, Jaqueline Vilhena, Joseane, Zélia Diniz, Ayure Gomes, Mayara Oishi, ao meu amigo e compadre Paulo Barros; sou grata por todo incentivo e compreensão.

Às minhas comadres e melhores amigas, Keila Souza e Suellem Silva por todo apoio e carinho recebido.

À secretária da Pós graduação da Rede Bionorte Belém, Edinany, muito obrigada por toda ajuda, esclarecimento e apoio.

Aos meus queridos, sogro Walmir Moreira, e amigo Tertuliano Saraiva, que partiram tão rapidamente vítimas da Covid 19, vocês fazem muita falta aqui.

Enfim, a todos que de uma maneira ou de outra contribuíram para mais esta realização em minha vida. Meus sinceros agradecimentos.

PORTAL MOREIRA, Ruanny Karen Vidal Pantoja. **Avaliação fenológica e morfológica de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth**. 2022. 47 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA-Brasil, 2022.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as fenofases e os descritores morfológicos em acessos de *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, conservados nas condições de Belém, Pará. No primeiro artigo foi avaliada a caracterização das fenofases vegetativa e reprodutiva de jaborandi pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, correlacionando com os elementos meteorológicos como a precipitação pluviométrica e temperatura média do ar, com a intenção de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie. Os resultados indicaram uma alta sazonalidade para esta espécie; e o índice de correlação de Spearman apontou uma correlação negativa significativa entre ocorrência das fenofases e a temperatura média do ar; indicando a coleta de material vegetal da espécie para fim medicinal de dezembro a fevereiro. Já no segundo artigo foi avaliado acessos de jaborandi, identificando os descritores morfológicos para a espécie. Sendo constatado que os acessos avaliados possuem variabilidade morfológica de acordo com os caracteres quantitativos: número de folíolos/folha, altura da planta; largura do folíolo, comprimento do pecíolo, comprimento da folha, largura da folha; comprimento do folíolo e comprimento da inflorescência, sendo os caracteres largura e comprimento da folha os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos.

Palavras-chave: Jaborandi; Conservação; Floração; Frutificação; Caracteres quantitativos.

PORTAL MOREIRA, Ruanny Karen Vidal Pantoja. **Phenological and morphological evaluation of *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth**. 2022. 47 f. Thesis (P.hD. in Biodiversity and Biotechnology) – Federal University of Pará, Belém, PA-Brazil, 2022.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the phenophases and morphological descriptors of *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, preserved under the conditions of Belém, Pará. In the first article, the characterization of the vegetative and reproductive phenophases of jaborandi belonging to Embrapa Amazon Eastern Active Germplasm Bank was evaluated, correlating with meteorological elements such as rainfall and average air temperature, with the intention of indicating the most suitable time for the collection and use of plant material of the species. The results indicated a high seasonality for this species; and the Spearman correlation index showed a significant negative correlation between the occurrence of phenophases and the mean air temperature; indicating the collection of plant material of the species for medicinal purposes from December to February. In the second article, jaborandi accessions were evaluated, identifying the morphological descriptors for the species. It was found that the accessions evaluated have morphological variability according to the quantitative characters: number of leaflets/leaf, plant height; leaflet width, petiole length, leaf length, leaf width; leaflet length and inflorescence length, being the characters width and leaf length the ones that most contributed to the divergence between the accessions.

Keywords: Jaborandi; Conservation; Flowering; Fruiting; Quantitative characters.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 – Horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental	25
Figura 2 – Floração (A) e frutificação (B) da espécie <i>Pilocarpus microphyllus</i>	26
Figura 3 – Clima do local de estudo, temperatura média do ar e precipitação pluviométrica média mensal e anual referente ao período de 2015 a 2019, Belém-PA.....	27
Figura 4 – Percentagens de ocorrência das fenofases nos acessos de <i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf	29
Figura 5 – Percentual de dias por mês de ocorrência das fenofases da espécie <i>Pilocarpus microphyllus</i> e precipitação pluviométrica ocorridos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém,PA	30
Figura 6 – Percentual de dias por mês de ocorrência das fenofases da espécie <i>Pilocarpus microphyllus</i> e temperatura média ocorridos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazonia Oriental, Belém,PA	31

CAPÍTULO II

Figura 1 – Dendograma gerado pelo método UPGMA a partir das dissimilaridades obtidas entre 25 acessos de jaborandi, conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em oito caracteres morfológicos.....	39
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Atividade fenológica reprodutiva de acessos de <i>Pilocarpus microphyllus</i> do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém,PA. (floração = *; frutificação = #)	28
Tabela 2 – Correlações de Spearman (rho) entre a média mensal das variáveis climáticas e os eventos fenológicos de acessos de <i>Pilocarpus microphyllus</i>	29

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Denominações e procedências de 25 acessos conservados no Bag de jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental	37
Tabela 2 – Formação dos grupos divergentes pelo método de Tocher entre os 25 acessos de jaborandi conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em oito caracteres morfológicos	40
Tabela 3 – Contribuição relativa para a dissimilaridade de 25 acessos de jaborandi conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em oito caracteres morfológicos	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Geral.....	16
1.1.2	Específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1.	ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E BOTÂNICA DO <i>Pilocarpus microphyllus</i>	17
2.2.	IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE <i>Pilocarpus microphyllus</i>	17
2.3.	FENOLOGIA VEGETAL E ELEMENTOS CLIMÁTICOS.....	18
2.4.	CARACTERIZAÇÃO DE GERMOLASMA E DESCRITORES	19
3	CAPÍTULOS	21
3.1	CAPÍTULO I.....	21
3.2	CAPÍTULO II.....	34
4	CONCLUSÃO GERAL	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

A história do uso de plantas medicinais vem desde os tempos antigos, evidenciando que elas fazem parte da evolução humana e foram os primeiros recursos terapêuticos utilizados pelos povos (BRANDELLI, 2017). O Brasil por possuir uma ampla diversidade vegetal destaca-se como um dos centros de fornecimento de matéria-prima, principalmente relacionada ao uso medicinal (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Essas são consideradas instrumentos terapêuticos essenciais para o tratamento de doenças (SOARES, 2021). A região Amazônica apresenta aproximadamente 55.000 espécies de plantas (BRASIL, 2010). Dentre elas estão as da família Rutaceae que, compreende plantas lenhosas, árvores ou arbustos, abrangendo em média 155 gêneros (LAMEIRA, 2020), dentre estes destaca-se o *Pilocarpus*.

Pilocarpus Vahl é um gênero neotropical de plantas arbustivas e arbóreas, com 17 espécies descritas distribuídas na América Central e América do Sul. Para o Brasil estão registradas 15 espécies, das quais 11 são endêmicas (FLORA DO BRASIL 2020, 2020b). Este gênero é a única fonte natural e economicamente viável de pilocarpina atualmente conhecida (ABREU *et al.*, 2007). Apesar da ocorrência de pilocarpina em várias espécies de *Pilocarpus*, ela é essencialmente obtida na espécie *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, conhecida popularmente por Jaborandi; devido à alta concentração de pilocarpina produzidas em suas folhas (PINHEIRO, 2002), é uma árvore nativa da flora brasileira, apresentando assim uma importância econômica e medicinal, desempenhando um papel significativo na geração de renda para diversas famílias nos Estados do Pará, Maranhão e Piauí, onde ocorre naturalmente.

Sendo este alcalóide largamente utilizado na indústria farmacêutica, principalmente para o tratamento do glaucoma e xerostomia, devido à atuação parassimpatomimético colinérgico de ação direta que estimula a secreção das glândulas exócrinas, glândulas mucosas salivares, sudoríparas, lacrimais e respiratórias (MALAYSIA, 2014; LIMA *et al.*, 2015), na formulação de cosméticos capilares, devido a grande quantidade de alcaloide em sua composição química, sendo o principal e em maior quantidade a pilocarpina (PINHEIRO, 1997; CÁPOLI, 2019).

Todavia, devido a sua zona de ocorrência ser bastante restrita, o Jaborandi encontra-se ameaçado de extinção, ocasionado principalmente pelo extrativismo descontrolado de suas folhas (especialmente na década de 1970 e 1980), pela perda de área de ocupação e qualidade do habitat, em consequência do desmatamento para atividades agropecuárias, assentamentos e pelos níveis de uso e importância econômica levou a um esgotamento da população de

plantas, com redução estimada das populações naturais em aproximadamente 50% (MARTINELLI e MORAES, 2013).

Em virtude do exposto, uma forma encontrada para minimizar sua erosão genética, foram realizadas coletas em suas áreas de ocorrência, culminando na instalação do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Pilocarpus microphyllus*, localizado na Embrapa Amazônia Oriental, com o objetivo de introduzir, coletar, conservar, caracterizar, avaliar, documentar e disponibilizar o germoplasma dessa espécie (PÁDUA *et al.*, 2020), pois manter amplo o acervo de diversidade genética pode ser de grande importância para a sociedade no futuro.

Os bancos de conservação dos recursos genéticos vegetais são a base para fornecer os materiais necessários para multiplicação de cada espécie. Estas são funções atribuídas aos denominados bancos de germoplasma, sendo que germoplasma se refere à informação genética contida na matéria capaz de promover o crescimento, estabelecimento, desenvolvimento e multiplicação da espécie em questão. Uma amostra de germoplasma que representa uma população é denominada de acesso (BARBIERI, 2004). Algumas atividades são realizadas para enriquecer os bancos, como, caracterização de acessos com base em características morfológicas, agrônômicas, moleculares, avaliações fenológicas e coletas.

Assim estudos envolvendo a fenologia, são fundamentais, pois permitem avaliar a disponibilidade de recursos ao longo do ano, prever períodos de reprodução das plantas e determinar estratégias na colheita de sementes e disponibilidade de frutos (FOURNIER, 1976; MORELLATO, 1995). Além disso, quando a espécie é utilizada com fins terapêuticos, a época de colheita inadequada pode acarretar em um material com redução do valor terapêutico e/ou predominância de princípios tóxicos (CARVALHO, 2012). Os dados fenológicos possibilitam um melhor entendimento da dinâmica de crescimento e desenvolvimento de uma população e de uma comunidade natural ou cultivada em um determinado local ou região (FERRERA *et al.*, 2017), a fim de também fundamentar estratégias de conservação e manejo.

A fenologia, é responsável por registrar cronologicamente as diferentes fases de desenvolvimento de plantas e correlacioná-las com as condições climáticas por um longo período, o que permite conhecer períodos em que ocorrerão determinada fase e sua respectiva duração, além de auxiliar a mensurar a probabilidade de ocorrência e apresenta grande interesse nas áreas da biologia, agricultura e agrometeorologia (FIALLO *et al.*, 2001), até mesmo pelo fato de mudanças climáticas influenciarem na expressão das fases fenológicas, o que faz do ramo da fenologia, atualmente, uma área de grande interesse devido a influência que tal fator pode acarretar sobre as espécies (ARAÚJO, 2020).

Ademais, a avaliação de um BAG é uma atividade fundamental para geração de conhecimentos sobre o germoplasma conservado em bancos ou coleções, por permitir melhor manejo dos acessos e por fornecer subsídios para a conservação e preservação, bem como para a utilização em programas de melhoramento (DANTAS *et al.*, 2012).

Para que o germoplasma conservado possa subsidiar programas de melhoramento genético da espécie, atividades de caracterização e avaliação são primordiais, por disponibilizar informações importantes permitindo identificar e discriminar caracteres e potencialidades. Os descritores morfológicos devem ser altamente herdáveis e específicos para as culturas ou grupos de espécies semelhantes (BURLE e OLIVEIRA, 2010).

Estudos com descritores morfológicos propiciam importantes contribuições para o conhecimento da variabilidade dos acessos e permitem um melhor gerenciamento dos bancos de germoplasma, favorecendo a identificação de genitores adequados para formação de populações através do melhoramento vegetal (BUZAR *et al.*, 2007). Algumas técnicas multivariadas consistem em analisar diversas características, considerando a correlação existente entre elas, o que permite fazer inferências sobre um conjunto de variáveis a um nível de significância conhecido (ALBUQUERQUE, 2005).

Dentre os métodos multivariados mais utilizados estão os que analisam a dissimilaridade ou a similaridade entre os indivíduos, como por exemplo, a análise de agrupamento e a análise de componentes principais, fornecendo assim informações mais abrangentes (CRUZ e CARNEIRO, 2006).

Diante do fato de o jaborandi se encontrar em risco de extinção, se evidencia a necessidade de se conhecer mais sobre o comportamento de seu ciclo fenológico e o conhecimento da variabilidade dos acessos através da identificação de descritores morfológicos. Nesta tese serão abordadas técnicas de avaliações nos genótipos de jaborandi; a primeira visa compreender o ciclo fenológico reprodutivo da espécie e identificar se há uma existência ou não de correlação entre os elementos climáticos; precipitação pluviométrica e temperatura média do ar; e a segunda, avaliar e identificar os descritores morfológicos desta espécie visando a seleção de genótipos desejáveis para programas de melhoramento genético. Sendo estas técnicas de trabalho acessíveis, e de baixo custo e que mantêm a conservação in vivo da espécie.

De acordo com o regimento geral da Bionorte, que instrui escrita nas normas da revista a que serão submetidos, os capítulos/artigos I e II estão no formato da Revista Research, Society and Development. Sendo o Capítulo 1, tendo a hipótese: A fenologia permitirá identificar os períodos em que o jaborandi apresenta disponibilidade de folhas e

frutos para a coleta de material vegetal, além de definir a ação dos elementos climáticos envolvidos no ciclo fenológico. E a hipótese do Capítulo 2: A avaliação e identificação dos descritores morfológicos quantitativos para o jaborandi permitirá contribuir com informações para o conhecimento da variabilidade dos acessos e para a seleção de indivíduos de interesse em programa de melhoramento genético e conservação da espécie.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar as fenofases e os descritores morfológicos de *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, conservados nas condições de Belém, Pará.

1.1.2 Específicos

- Correlacionar o comportamento fenológico do jaborandi, com as condições climáticas, precipitação pluviométrica e temperatura média do ar, da região de estudo; e identificar os meses de ocorrência ou ausência das fenofases reprodutivas, assim, pretendendo definir as épocas mais prováveis para coleta do material vegetal para uso medicinal e propagação da espécie.
- Identificar os descritores morfológicos do jaborandi, visando à avaliação dos genótipos, o que pode auxiliar em importantes estratégias para o uso em diferentes finalidades na incorporação da variabilidade genética em programas de melhoramento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E BOTÂNICA DO *Pilocarpus microphyllus*

A família Rutaceae, pertencente à ordem Sapindales (APG, 2003, CHASE *et al.*, 2016), possui distribuição em regiões Temperadas, Subtropicais e Tropicais, com maior incidência nas regiões da América tropical, Sul da África e Austrália. A região Amazônica apresenta aproximadamente 55.000 espécies de plantas (BRASIL, 2010), onde a família botânica Rutaceae, compreende plantas lenhosas, árvores ou arbustos, que abrange em média 155 gêneros (LAMEIRA *et al.*, 2020), dentre estes destacamos o *Pilocarpus*.

De um modo geral as Rutaceas são plantas lenhosas, árvores ou arbustos, raramente ervas ou lianas, frequentemente com espinhos. Em geral, possuem folhas alternas, compostas, sem estípulas; inflorescência cimosas; flores pouco vistosas, bissexuadas ou unissexuadas; ovário súpero e raramente apresenta mais que o dobro de estames por pétala ou sépala; o fruto é em drupa, baga, folículo ou cápsula (PIRANI e DEVECCHI, 2018). No caso de *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes, é uma planta arbustiva de pequeno porte, apresentando característica, como: flores pequenas com formato de cachos compactos; os seus frutos formam cachos dispostos em cápsulas de cor acinzentada e lisa (MONFORT, 2015). A espécie *Pilocarpus microphyllus* pode ser encontrada na região leste amazônica e nas regiões Centro e Sul nordestino, sendo largamente distribuída no Piauí e Maranhão (LIMA *et al.*, 2015).

2.2. IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE *Pilocarpus microphyllus*

Muitas espécies de ocorrência natural da região amazônica são largamente usadas na medicina popular. Dentre as espécies medicinais produtoras de princípios ativos de grande interesse mundial destaca-se o jaborandi, que é utilizado em produtos farmacológicos. Das folhas desta planta são extraídos sais de pilocarpina, um alcalóide utilizado na fabricação de um colírio indicado para o controle do glaucoma (COSTA *et al.*, 2016; BARBOSA *et al.*, 2018). Dentre os alcaloides extraídos do jaborandi além da pilocarpina destaca-se também a epiisopiloturina (CASTRO, 2007; MORAES, 2015), este segundo composto mais abundante na biomassa gerada na extração da pilocarpina, cujas atividades biológicas têm sido

reportadas (LEWIS & ELVIN-LEWIS, 1977; SANTOS e MORENO, 2004; VERAS *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2015; MELO *et al.*, 2015).

Essa é uma das espécies medicinais brasileiras de maior destaque, sendo de grande relevância para as indústrias farmacêuticas e farmoquímicas nacionais e internacionais, devido aos efeitos terapêuticos do seu princípio ativo pilocarpina, largamente utilizado na indústria farmacêutica, principalmente para o tratamento do glaucoma e xerostomia, devido à atuação parassimpatomimético colinérgico de ação direta que estimula a secreção das glândulas exócrinas, glândulas mucosas salivares, sudoríparas, lacrimais e respiratórias (MALAYSIA, 2014; LIMA *et al.*, 2015), além disso possui efeitos discretos sobre o coração e o trato gastrointestinal (VITAL e ACOO, 2006).

Este princípio ativo é extraído, purificado e isolado, há décadas, da espécie *P. microphyllus* devido a mesma apresentar os maiores teores do ativo em relação às outras espécies do gênero (SANDHU *et al.*, 2006; BRANDAO *et al.*, 2008; LIMA, 2016). O óleo essencial e seus metabólitos extraídos das folhas da espécie *Pilocarpus microphyllus* podem oferecer um grande potencial na produção de fármacos antibióticos para o tratamento de infecções, principalmente, bacterianas (LIMA, 2016).

2.3. FENOLOGIA VEGETAL E ELEMENTOS CLIMÁTICOS

O termo fenologia surgiu como contração de “fenomenologia”, expressão primeiramente proposta por Charles Morren, em 1853 (MARCHIORI, 2004). Segundo Rathcke & LACEY (1985), a palavra é derivada do grego phaino, que significa mostrar ou aparecer, definindo, portanto, a fenologia como o estudo do ritmo sazonal dos eventos cíclicos de vida de determinada espécie, sendo a ocorrência de cada evento fenológico crítica para os processos de sobrevivência e de reprodução dos organismos.

O conhecimento das fenofases pode servir tanto como base para a coleta de material fértil, como para pesquisas de reprodução de espécies que visam à conservação (BIONDI *et al.*, 2007). Além de possibilitar um melhor entendimento da dinâmica de crescimento e desenvolvimento de uma população e de uma comunidade natural ou cultivada em um determinado local ou região (FERRERA *et al.*, 2017).

A fenologia pode ser subdividida em vegetativa (estudo das folhas) e reprodutiva (composta pela floração e frutificação das plantas). O evento de floração é importante para a organização e a estrutura de comunidades vegetais, a conservação dos polinizadores e a

manutenção dos serviços ecossistêmicos (MORELLATO *et al.*, 2016); enquanto a frutificação tem maior importância e relação com a fauna de vertebrados, especialmente de aves e mamíferos (HAWES e PERES, 2014).

A Fenologia é o ramo da ecologia considerado fundamental para o entendimento da dinâmica das comunidades vegetais, pois facilita o entendimento dos processos de regeneração e reprodução das espécies em comunidades, das interações entre planta e animal, das estratégias para o uso sustentável de espécies vegetais e da geração de bioindicadores para avaliação de impactos climáticos (TANNUS *et al.*, 2006). É responsável em registrar cronologicamente as diferentes fases de desenvolvimento de plantas e correlacioná-las com as condições climáticas por um longo período, o que permite conhecer períodos em que ocorrerão determinada fase e sua respectiva duração, além de auxiliar a mensurar a probabilidade de ocorrência e apresenta grande interesse nas áreas da biologia, agricultura e agrometeorologia (FIALLO *et al.*, 2001), até mesmo pelo fato de mudanças climáticas influenciarem na expressão das fases fenológicas, o que faz do ramo da fenologia, atualmente, uma área de grande interesse devido a influência que tal fator pode acarretar sobre as espécies (ARAÚJO, 2020).

Dentre os fatores ambientais que regulam os eventos fenológicos reprodutivos estão as variáveis meteorológicas, sendo que, em geral, plantas de florestas tropicais de clima sem sazonalidade climática pronunciada respondem a estímulos meteorológicos diferentes daquelas de clima sazonal. Destacando-se para a primeira situação temperatura e fotoperíodo e no segundo caso, precipitação, déficit hídrico e temperatura (MORELLATO *et al.*, 2000; TALORA & MORELLATO, 2000).

2.4. CARACTERIZAÇÃO DE GERMOLASMA E DESCRITORES.

Nos bancos de germoplasma, a correta caracterização e avaliação dos acessos presentes são de fundamental importância, podendo ser realizada com a utilização de um conjunto de descritores que se referem a atributos morfológicos e agrônômicos, que servem como guia e permitem a distinção entre diferentes acessos de uma mesma cultura (DA SILVA *et al.*, 2019).

A quantificação da variabilidade existente em um conjunto de germoplasma pode ser realizada utilizando-se diferentes ferramentas, podendo-se citar a caracterização e avaliação morfológica. Embora essa ferramenta permita apenas observar se existe variabilidade no

germoplasma estudado, com o auxílio de ferramentas estatísticas é possível utilizar as informações obtidas para identificar materiais genéticos muito próximos ou duplicatas, bem como realizar estudos mais específicos, como estimativa da divergência genética existente na coleção (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

Esta é feita com base em observações e/ou mensurações de vários caracteres morfológicos facilmente diferenciáveis a olho nu, denominados descritores morfológicos. Os descritores morfológicos devem ser altamente herdáveis e específicos para as culturas ou grupos de espécies semelhantes (BURLE e OLIVEIRA, 2010).

Os indivíduos que compõem um BAG são denominados de acessos, esse termo faz referência a toda amostra do banco que pode representar a variação genética de uma população ou indivíduo (CARVALHO e VIDAL, 2003). Além de importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações, estudos de divergência genética possibilitam o monitoramento de bancos de germoplasma, pois geram informações úteis para preservação e uso dos acessos (ELIAS *et al.*, 2007).

3 **CAPÍTULOS**

3.1 **CAPÍTULO I**

Título: Estudo Fenológico do Germoplasma de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth correlacionado com elementos climáticos.

Revista: Research, Society and Development

Estudo fenológico do germoplasma de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth correlacionado com elementos climáticos

Phenological study of *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth germplasm correlated with climatic elements

Estudio fenológico de germoplasma de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth correlacionado con elementos climáticos

Recebido: 03/04/2021 | Revisado: 11/04/2021 | Aceito: 14/04/2021 | Publicado: 28/04/2021

Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: ruanny_vidal@hotmail.com

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3741>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Allan Cristiam Santos Ramires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0953-7221>

Universidade Federal Rural da Amazonia, Brasil

E-mail: allanramires15@gmail.com

Resumo

O *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth-Rutaceae, é conhecido como jaborandi verdadeiro por apresentar elevados teores de pilocarpina em suas folhas o que motiva sua coleta intensamente. Ocorre uma relação direta entre os eventos de fenofases, como a floração e frutificação com as condições ambientais locais, sendo importante a interpretação da relação que há entre os mesmos. O objetivo deste trabalho foi caracterizar as fenofases reprodutivas do Jaborandi pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, correlacionando com os elementos meteorológicos, com o intuito de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie. As frequências foram registradas semanalmente no período de 2015 a 2019. Conforme com a atividade fenológica ambas as fenofases ocorreu em 97% dos acessos estudados. E o índice de correlação de Spearman apontou uma correlação negativa significativa entre ocorrência das fenofases e a temperatura média do ar. Ocorreram as fenofases em todos os meses do ano, indicando alta sazonalidade. Sendo registradas em Março as maiores médias, correspondendo com o momento de maior precipitação pluviométrica registrada, e os menores valores médios ocorreu em Janeiro, com temperaturas amena, para ambas as fenofases avaliadas. Sugere-se a coleta de material vegetal da espécie para uso medicinal de Julho a Fevereiro, cujo registro de número de dias que ocorrem as fenofases sofre reduções. É pertinente executar posteriores estudos de correlação da fenologia com eventos climáticos considerando individualmente o desempenho de cada acesso.

Palavras-chave: Jaborandi; Fenologia reprodutiva; Precipitação pluviométrica; Temperatura média do ar.

Abstract

The *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth-Rutaceae, is known as true jaborandi for presenting high levels of pilocarpine in its leaves, which motivates its collection intensely. There is a direct relationship between phenophasic events, such as flowering and fruiting, with local environmental conditions, and it is important to interpret the relationship between them. The objective of this work was to characterize the reproductive phenophases of Jaborandi belonging to the Active Germplasm Bank of Embrapa Amazônia Oriental, correlating with the meteorological elements, in order to indicate the most appropriate time for the collection and use of the plant material of the species. were recorded weekly from 2015 to 2019. According to the phenological activity, both phenophases occurred in 97% of the accessions studied. And the Spearman correlation index showed a significant negative correlation between the occurrence of phenophases and the mean air temperature. Phenophases occurred in all months of the year, indicating high seasonality. The highest averages were recorded in March, corresponding to the moment of greatest recorded rainfall, and the lowest average values occurred in January, with mild temperatures, for both phenophases evaluated. It is suggested to collect plant material of the species for medicinal use from July to February, whose registration of

the number of days that the phenophases occur is reduced. It is pertinent to carry out further studies on the correlation of phenology with climatic events considering the performance of each access individually.

Keywords: Jaborandi; Reproductive phenology; Rainfall precipitation; Average air temperature.

Resumen

El *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth-Rutaceae, es conocido como verdadero jaborandi por presentar altos niveles de pilocarpina en sus hojas, lo que motiva intensamente su recolección. Existe una relación directa entre los eventos fenofásicos, como la floración y la fructificación, con las condiciones ambientales locales, y es importante interpretar la relación entre ellos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las fenofases reproductivas de los Jaborandi pertenecientes al Banco de Germoplasma Activo de Embrapa Amazônia Oriental, correlacionándolas con los elementos meteorológicos, con el fin de indicar el momento más adecuado para la recolección y uso del material vegetal. Se registraron semanalmente de 2015 a 2019. De acuerdo con la actividad fenológica, ambas fenofases ocurrieron en el 97% de las accesiones estudiadas. Y el índice de correlación de Spearman mostró una correlación negativa significativa entre la aparición de fenofases y la temperatura media del aire. Las fenofases ocurrieron en todos los meses del año, lo que indica una alta estacionalidad. Los promedios más altos se registraron en marzo, correspondiente al momento de mayor precipitación registrada, y los valores promedio más bajos ocurrieron en enero, con temperaturas suaves, para ambas fenofases evaluadas. Se sugiere recolectar material vegetal de la especie para uso medicinal, de julio a febrero, cuyo registro del número de días que ocurren las fenofases se reduce. Es pertinente realizar más estudios sobre la correlación de la fenología con los eventos climáticos considerando el desempeño de cada acceso de manera individual.

Palabras clave: Jaborandi; Fenología reproductiva; Precipitación pluvial; Temperatura media del aire.

1. Introdução

Há várias espécies de plantas com propriedades medicinais identificadas no Brasil. Em meio às espécies medicinais produtoras de princípios ativos de grande interesse destacam-se as plantas conhecidas pela denominação Jaborandi, que incluem várias espécies nativas e cultivadas no Brasil, sobretudo o *Pilocarpus microphyllus* (de Carvalho, 2012). Pertencente à família Rutaceae. Várias plantas desta família são economicamente valiosas devido aos seus usos como alimentos, ornamentais e medicinais. O gênero *Pilocarpus*, o qual pertence a essa família, compreende atualmente 16 espécies neotropicais, sendo a ocorrência da maioria de seus representantes no Brasil (Santos & Moreno, 2013; Lima, 2016).

A espécie *Pilocarpus microphyllus* é conhecido como jaborandi verdadeiro, nativo do Brasil e utilizada há séculos pelos indígenas e comunidades tradicionais, sendo bastante explorado nas últimas três décadas por possuir naturalmente elevados teores de pilocarpina encontrada somente nas folhas, o que motiva sua coleta intensamente (Costa, 2005). Tendo ocorrência nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, encontrada nos Estados, do Pará, Maranhão e Piauí (Lima et al., 2015; Flora do Brasil, 2016).

Este alcalóide imidazólico é comumente utilizado na oftalmologia para contração da pupila, essencial em certos procedimentos cirúrgicos ópticos, alias, é utilizada no tratamento de alguns tipos de glaucoma, Pinheiro (2002). Além de que, a pilocarpina possui uma propriedade que estimula a formação de saliva, por isso tem sido explorada no tratamento da xerostomia (boca seca) causada pela radioterapia ou quimioterapia nos cânceres de cabeça e pescoço (Santos & Moreno, 2004).

O Jaborandi tem grande importância econômica e industrial e estabelece perspectivas futuras na descoberta de novas aplicações farmacológicas e biotecnológicas dos demais alcalóides que até o momento permanecem desconhecidas (Lima et al., 2015). A empresa farmacêutica alemã, Merck possui o monopólio na aquisição do material vegetal de interesse econômico do Jaborandi e na produção de pilocarpina no Brasil, particularmente no Estado do Maranhão, que apresenta grandes áreas de ocorrência (Lameira et al., 2020). O Maranhão é o maior produtor de Jaborandi do Brasil, seguidos por Piauí e Pará (IBGE, 2019). A extração do jaborandi move uma grande massa de recursos nessas regiões, aproximadamente 296 toneladas, referente ao extrativismo vegetal realizado no Brasil no ano de 2019 (IBGE, 2019).

Considerando seu uso medicinal e importância econômica o Jaborandi foi explorado ao longo de décadas no Brasil de forma insustentável, a ponto de atualmente estar na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Ibama, 2008; Lima, 2016).

Nesta perspectiva, estudos sobre a fenologia serve como base para coletar material fértil e para pesquisas de reprodução de espécies que visam à conservação de biomas e recuperação de áreas degradadas (Biondi et al., 2007), além disso, quando a espécie é utilizada com fins terapêuticos, a época de colheita inadequada pode acarretar em um material com redução do valor terapêutico e/ou predominância de princípios tóxicos (de Carvalho, 2012).

Os dados fenológicos possibilitam um melhor entendimento da dinâmica de crescimento e desenvolvimento de uma população e de uma comunidade natural ou cultivada em um determinado local ou região (Ferrera et al., 2017). Além de dá suporte a trabalhos que visem o entendimento de populações vegetais, indicando qual o tempo de frutificação, floração, brotamento e queda foliar de cada espécie individual e quais os picos de ocorrência de cada uma dessas fenofases no decorrer do ano (Andreis et al., 2005).

O estudo fenológico envolve além do monitoramento dos ciclos vegetativos e reprodutivos das espécies vegetais, como também as observações das fenofases e de sua relação com o clima, abrangendo a análise da resposta dos organismos vivos às variações sazonais e climáticas no ambiente onde vivem: variações na duração da luz solar, temperatura do ar, precipitação pluviométrica e outros fatores controladores do ciclo vital (Morellato, 2007).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as fenofases reprodutivas do Jaborandi pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, correlacionando com os elementos meteorológicos como a precipitação pluviométrica e temperatura média do ar, com a intenção de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie.

2. Metodologia

O trabalho foi conduzido no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Jaborandi conservado no Horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, localizada no município de Belém, PA (Figura 1). A área de estudo apresenta segundo a classificação de Köppen (1948), um padrão climático Afi, com temperatura média anual de 25,9°C, variando entre 21 °C e 31,6 °C, com umidade relativa do ar de 84% e precipitação pluviométrica anual de 2.900 mm, com trimestre mais chuvoso entre Janeiro e Março (Peel et al., 2007).

Figura 1. Horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.



Fonte: Fonte: Google Earth (2021).

O nome científico da espécie foi atualizado nas bases da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza et al., 2014). A excisata da espécie botânica encontra-se identificada no Herbário IAN do Laboratório de Botânica da mesma Instituição. O material estudado apresenta diferentes procedências de origem (Alelo Vegetal, 2021), contudo no local de estudo todos foram submetidos às mesmas condições de cultivo. O método utilizado para desenvolvimento deste trabalho foi de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018).

A pesquisa se caracterizou pela avaliação semanal no período compreendido de 2015 a 2019, foram observados ao todo 33 acessos e selecionados aleatoriamente cinco plantas por acesso, para as observações das fenofases, cada indivíduo foi marcado com uma fita numerada. Os registros dos comportamentos fenológicos avaliados foram floração e frutificação (Figura 2), o período de floração inclui desde a formação de botões até o final do período de antese das flores, e o período de frutificação, desde o desenvolvimento visível dos frutos até a sua queda. Seguindo a metodologia realizada por Medeiros et al., (2016) a duração das fenofases (floração e frutificação) foram anotadas em fichas de campo e posteriormente tabuladas em planilhas, sendo determinadas pelas médias de dias por mês de ocorrência do evento fenológico.

Figura 2.Floração (A) e frutificação (B) da espécie Jaborandi.



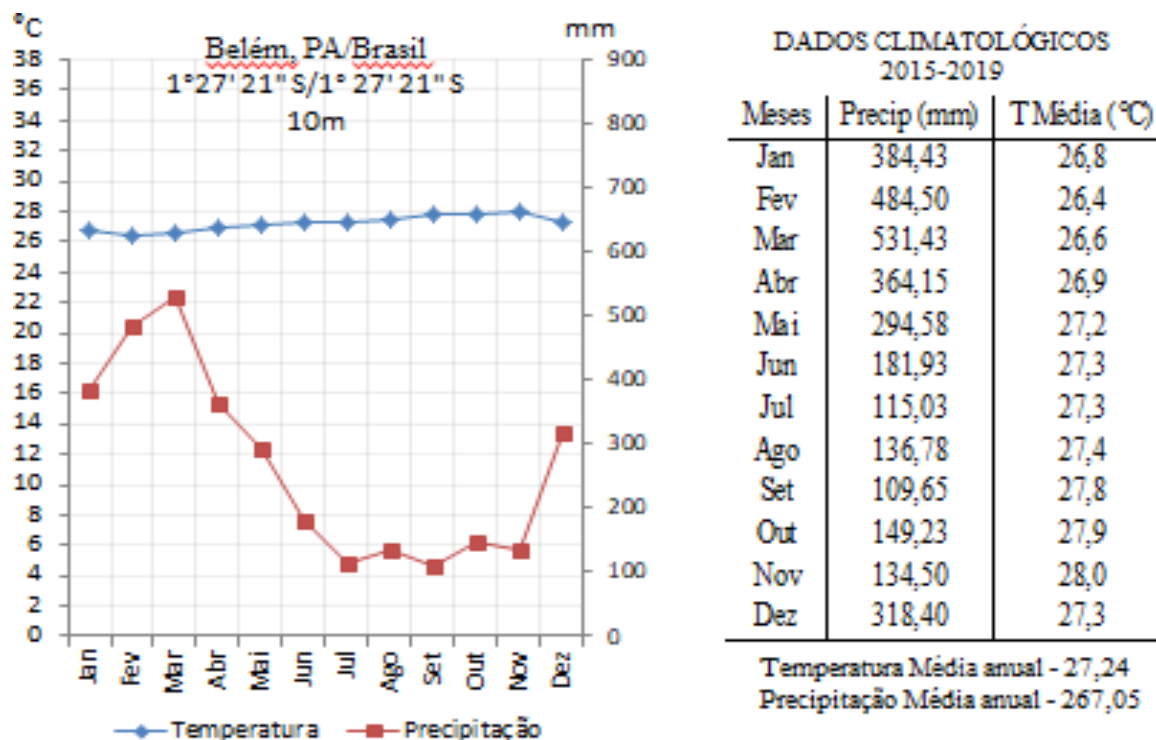
Fonte: Autores.

Para a melhor interpretação dos resultados foi adotado o índice de atividade proposto por Bencke & Morellato (2002), que consiste em registrar a ocorrência ou ausência do evento reprodutivo para a espécie (neste trabalho referente á cada acesso). Assim, o uso do termo “pico”, ao longo do texto, refere-se ao pico de atividade, definido por Bencke & Morellato (2002) como o mês que apresenta o maior número de acessos em uma determinada fenofase.

Os valores das variáveis climáticas, precipitação pluviométrica e temperatura média do ar foram obtidos por meio do banco de informações da Estação meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram usadas médias mensais acumuladas (Figura 3). Para comprovar a existência ou não de correlação entre as fenofases (número de acessos exibindo determinada fenofase) e as variáveis climáticas foi utilizada a correlação de Spearman (ρ), com o auxílio do Software estatístico R e a elaboração de gráficos e tabelas com o auxílio do Microsoft Excel. Para a avaliação de correlação considerou-se a espécie em geral. O coeficiente de correlação (ρ), com sinal negativo indica que as variáveis se correlacionam de maneira oposta, isto é, o aumento de uma está correlacionado a diminuição da outra, a intensidade é classificada da seguinte maneira, os valores de ρ entre 0,34 e 0,66 indicam relações fracas (ρ fraca) e a partir de 0,67 relações fortes (ρ forte) como proposto por Cann (2002).

Na análise dos dados meteorológicos históricos (2015 a 2019) observa-se uma média anual de 267,05 mm para a precipitação pluviométrica acumulada de doze meses. Para o mesmo período, a média anual das temperaturas médias foi de 27,2 °C (Figura 3). Evidenciando duas estações bem definidas: Período chuvoso, de dezembro a maio onde ocorrem temperaturas médias mais amenas e outra com menor precipitação pluviométrica de junho a novembro coincidindo com as temperaturas médias mais altas. Sendo os meses de junho e dezembro considerados os meses de transição entre os dois períodos.

Figura 3. Clima do local de estudo, temperatura média do ar e precipitação pluviométrica média mensal e anual referente aos anos de 2015 a 2019, Belém-PA.



Fonte: Estação Climatológica da Embrapa Amazônia Oriental.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 é apresentada uma visão geral da ocorrência da atividade fenológica dos acessos da espécie, os meses de ocorrência ou não, considerando cada fenofase para cada acesso, ao longo dos cinco anos de registros, enfatizando que todos os acessos que compoem o BAG foram cultivados sob as mesmas condições de cultivo, entretanto com origem em dois estados. Ambas as fenofases ocorreram em 97% dos acessos estudados, e somente a floração foi observada no acesso Canga N3 e nos meses de outubro e novembro, durante o período avaliado.

Podemos assim destacar que os ritmos fenológicos apresentaram um elevado sincronismo para esta população, o que permite estabelecer os prováveis períodos de ocorrência das fenofases para esta área de estudo. Andrade et al., (2020) em estudo da fenologia reprodutiva de Rubiaceae juss. notou-se alto grau de sincronismo entre as fenofases. Estudos realizados por Oliveira et al., (2016) indicaram que o Jaborandi apresentou floração durante todo o ano e frutificação em onze meses do ano.

Tabela 1. Atividade fenológica reprodutiva de acessos de Jaborandi do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. (floração = *; frutificação = #).

UF	ACESSOS	MESES											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MA	BGAJ O60	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ O51	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ MK 06	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	MK 01	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	MK 02	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	MK 03	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	MK 04	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	MK 05	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ 167	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ 159	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ 132	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ 175	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ 183	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
PA	BGAJ B 01	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ B 02	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ B 03	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ B 04	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ MS 001	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ J 003	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ CCM 01	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ O78	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ NBB 002	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ SC 01	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ SC 02	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ SC 03	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ SC 04	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	BGAJ SC 05	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	SC 06	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	SC 07	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	Canga de N3	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*	*	*#
	Serra Sul	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	N4WSul	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#
	N5W	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#	*#

Fonte: Autores.

Como demonstrado na Tabela 2, à correlação de Spearman apontou uma correlação negativa significativa entre ocorrência das fenofases e a temperatura média do ar, sendo ($\rho = -0,65$; $P < 0,05$), expressando ter uma relação inversa, pois quanto maior for a temperatura média logo a ocorrência de flores e frutos tende a ser menor. O teste de correlação de Spearman não foi significativo entre ocorrência das fenofases e a variável índice pluviométrico. Resultados semelhantes foram obtidos por Rodrigues (2019), para as temperaturas o Coeficiente de Correlação de Spearman foi negativo para esta variável em

relação à quantidade de flores.

Tabela 2. Correlações de Spearman (rho) entre a média mensal das variáveis climáticas e os eventos fenológicos de acessos de Jaborandi.

Fatores abióticos	Floração		Frutificação	
	rho	P	rho	P
Temperatura	-0.6523281 *	0.0215	-0.6523281 * ¹	0.0215
Precipitação	0.3238751	0.3044	0.3238751	0.3044

rho = coeficiente de correlação de Spearman

* P < 0,05 = Valores significativos segundo o teste de correlação de Spearman

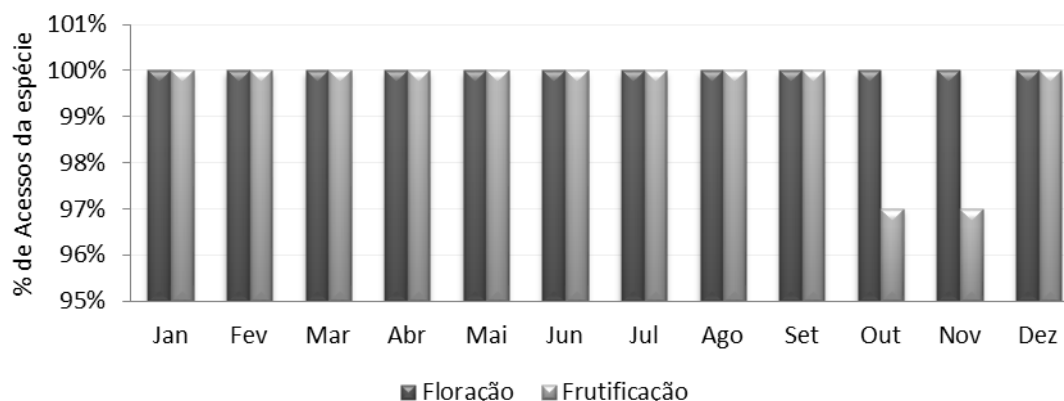
Rho forte > 0,67 = (²); rho fraca entre > 0,34 e < 0,66 = (¹).

Fonte: Autores.

Quanto ao conjunto total da espécie analisado nota-se os eventos de floração e frutificação ao decorrer de todo o ano (Figura 3). Indicando certa uniformidade na distribuição das frequências fenológicas ao longo do ano exceto de outubro e novembro que apresentaram menor percentual de número de acessos exibindo frutificação. Resultados semelhantes foram observados por de Oliveira et, al., (2020) trabalhando a espécie *F. gomelleira* que durante quase todo o ano, se mantém frutificadas e também ocorre um assincronismo entre os indivíduos, caracterizado por períodos de frutificação distintos entre eles.

Entretanto, caso o objetivo seja a coleta de material vegetal, principalmente as folhas para análise fitoquímica e uso, deve ser bem planejada, porque, no período de floração e frutificação, as substâncias ativas se deslocam para os órgãos de reprodução, proporcionando uma maior concentração das mesmas (Lameira & Amorim, 2008). Estudos relatam a relação de interferência direta entre a sazonalidade e todas as classes de compostos secundários: desde óleos essenciais, lactonas, alcalóides, taninos, entre outros (Schwob, 2004; Roca-Pérez et al., 2004). Por outro lado essa alta sazonalidade facilita a técnica de colheita de sementes para produção de mudas e regeneração de novas plantas, como também, no manejo da espécie.

Figura 3. Percentagens de ocorrência das fenofases nos acessos de Jaborandi.



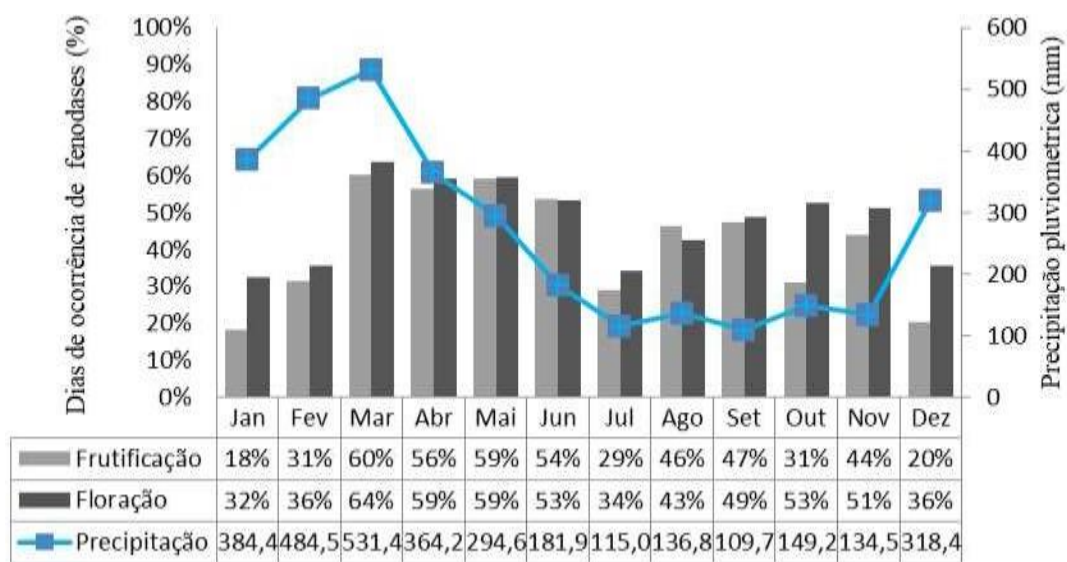
Fonte: Autores.

Para a duração do florescimento, seu pico foi registrado em março com valor médio de 64% de tempo de ocorrência, igualando com o pico (531 mm) da estação chuvosa (Figura 4) e com temperatura mais amena 26,6°C (Figura 5). Janeiro foi o mês que apresentou a menor frequência de ocorrência de floração 32% coincidindo com o terceiro maior índice de precipitação, no entanto, à temperatura média se manteve constante entre o pico e o menor registro das fenofases (Figura 5).

Estes resultados estão coerentes com os descritos por Moreira et al.,(2019), para o Jaborandi, onde o florescimento ocorreu coincidindo com a maior média de precipitação pluviométrica. Segundo da Silva et al., (2021) para a grande maioria das culturas, os efeitos dos fatores abióticos são maiores na fase reprodutiva, mais especificamente no florescimento e de acordo com Souza e Funch (2017), as fenofases reprodutivas, especialmente no início da floração, podem ser influenciadas pela variação temporal dos fatores abióticos como precipitação, umidade, temperatura e fotoperíodo.

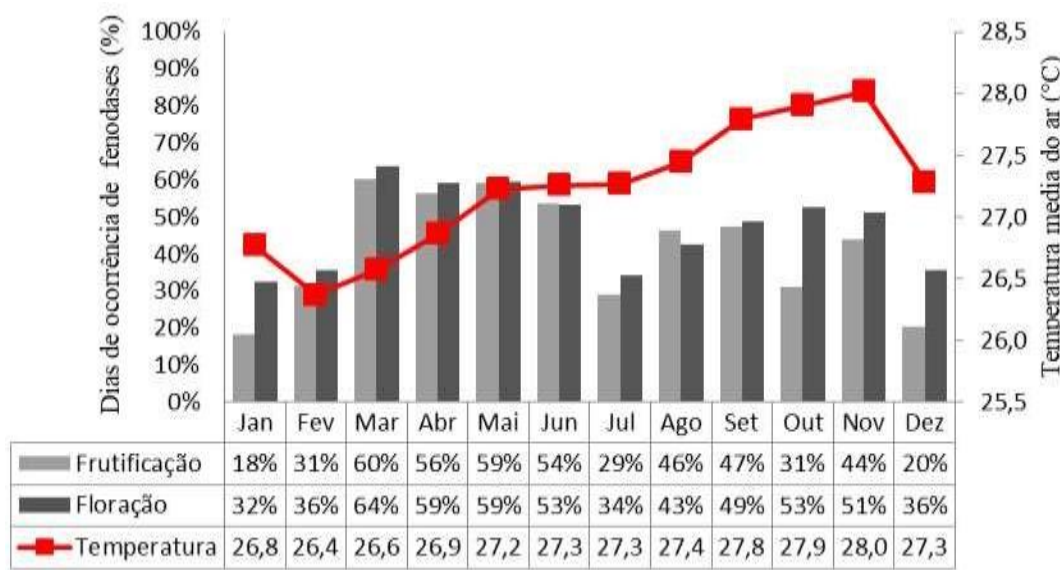
O padrão de frutificação observado neste trabalho apontou que o pico de atividade de média dias de ocorrência de frutificação (Figura 5) foi em Março, com cerca de 60% dias de ocorrência desta fenofase. Por outro lado, o mês que apresentou a menor duração na frequência desta fenofase foi Janeiro com 18% de dias de ocorrência, que compreende um mês bastante chuvoso (384 mm) e com temperatura mais amena. Ferreira (2020) afirma que o sincronismo entre os indivíduos de *Lafoensia pacari* apresentaram a fenofase reprodutiva de floração considerada elevada, tanto para botões quanto para flor.

Figura 4. Percentual de dias por mês de ocorrência das fenofases de Jaborandi e precipitação pluviométrica ocorridos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.



Fonte: Autores.

Figura 5. Percentual de dias por mês de ocorrência das fenofases de Jaborandi e temperatura média ocorridos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.



Fonte: Autores.

A partir dos registros obtidos pode ser visualizado claramente o comportamento constante das fenofases dividido em dois grupos, na primeira os picos considerados de maior ocorrência de dias das fenofases, observados de Março a Junho, de outro modo, de Julho a Dezembro a ocorrência das fenofases tende a diminuir. Por outro lado, em ambas as fenofases Janeiro foi o que registrou a menor ocorrência de dias.

4. Conclusão

O estudo fenológico do Jaborandi evidenciou atividade fenológica em ambas as fenofases ocorrendo em 97% dos acessos estudados, indicando alta sazonalidade, a correlação de Spearman apontou uma correlação negativa significativa entre ocorrência das fenofases e a temperatura média do ar, por outro lado não houve correlação significativa entre ocorrência das fenofases e a variável precipitação pluviométrica.

Entretanto, sugere-se a coleta de material vegetal da espécie para fim medicinal de Julho a Fevereiro, nos quais foram registrados os menores números médios de dias que ocorrem as fenofases. É interessante realizar posteriores estudos de correlação da fenologia com eventos climáticos considerando individualmente o desempenho de cada acesso.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e bolsa de estudo de Doutorado, a Embrapa Amazônia Oriental por ceder o local e a estrutura e ao Programa de Doutorado da Rede Bionorte - Biodiversidade e Biotecnologia.

Referências

- Andrade, L. K. F., Neto, E. R. S., Sá, T., & Quirino, Z. G. M. (2020). Fenologia Reprodutiva de Rubiaceae Juss. na Mata Atlântica Paraibana. *Oecologia Australis*, 24(4), 848.
- Andreis, C., Longhi, S. J., Brun, E. J., Wojciechowski, J. C., Machado, A. A., Vaccaro, S., & Cassal, C. Z. (2005). Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. *Revista Árvore*, 29(1), 55-63.

- Bencke, C. S., & Morellato, L. P. C. (2002). Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Brazilian Journal of Botany*, 25(3), 269-275.
- Cann, A. J. (2013). *Maths from scratch for biologists*. John Wiley & Sons.
- Costa, F. (2005). Extrativismo de jaborandi na região de Carajás: histórico, situação atual e perspectivas. 2005. 41 f. *Monografia (Especialização em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais)-Universidade Federal de Lavras, Lavras*.
- da Silva, T. R. G., da Costa, M. L. A., Farias, L. R. A., dos Santos, M. A., de Lima Rocha, J. J., & Silva, J. V. (2021). Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. *Research, Society and Development*, 10(4), e19710413817-e19710413817.
- de Carvalho, F. R. (2012). A ecologia no cultivo de plantas medicinais. *Revista Agrogeoambiental*, 4(1).
- de Oliveira, A. H., Honório, A. O. A., de Sousa Fernandes, P. A., de Brito, F. L. S., dos Santos, M. A. F., Torquato, I. H. S., & da Silva, M. A. P. (2020). *Ficus Gomelleira Kunth (Moraceae) Ecofisiologia e Prospecção Fitoquímica*. *Research, Society and Development*, 9(9), e640997682-e640997682.
- Embrapa Recursos Genéticos E Biotecnologia. Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI). AleloVegetal. <<http://alelobag.cenargen.embrapa.br/AleloConsultas/Home/index.do>>.
- Ferreira, K. R., Fina, B. G., Janke, L. C., Gil, R. L., & Andrade, F. R. (2020). Fenologia De Lafoensia Pacari A. St.-Hil.(Lythraceae) Em Um Remanescente De Cerrado Ssensu Stricto. *Profiscientia*, (14), 8-24.
- Ferrera, T. S., Pelissaro, T. M., Eisinger, S. M., Righi, E. Z. & Buriol, G. A. (2017). Fenologia de espécies nativas arbóreas na região central do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, 27(3), 753-766.
- Flora Do Brasil, Rutaceae 2016 em construção. Brasil: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB866>.
- Forzza, R. C., Costa, A., Walter, B. M. T., Pirani, J. R., Morim, M. P., Queiroz, L. P., Martinelli, G., Peixoto, A. L., Coelho, M. A. N., Baumgratz, J. F. A., Stehmann, J. R., Lohmann, L. G. Angiospermas in Lista De Espécies Da Flora Do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014. <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128482>.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº06, de 26 de setembro de 2008. Estabelece a Lista Oficial de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção.
- IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS. 2019. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>.
- Köppen, W. 1948. Climatologia. Fondo de Cultura Económica. México.
- Lameira, O. A., Cordeiro, I. M. C. C., & Pires, H. C. G. (2020). *Avaliação dos descritores morfoagronômico e morfoanatomia da lâmina foliar de Pilocarpus microphyllus Stapf ex Wardleworth, Rutaceae, Ananas comosus var. erectifolius (L.B. Smith) Coppens & F. Leal, Bromeliaceae e Psychotria ipecacuanha (Brot.) Stokes, Rubiaceae*. Appris.
- Lameira, O. A., & Amorim, A. C. L. Substâncias ativas de plantas medicinais In: Lameira, O. A.; & Pinto, J. E. B. P. (Eds). *Plantas medicinais: do cultivo, uso e manipulação à recomendação popular*. Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p.73-82.
- Lima, D. F. (2016). Prospecção tecnológica, perfil químico sazonal de alcaloides imidazólicos, aspectos polimórficos moleculares e morfológicos de *Pilocarpus microphyllus* Stapt ex Wardleworth (*jaborandi*) (Doctoral dissertation).
- Lima, D. F., Silva, R., Marques, L. G. A., Veras, L., Simões, E., de Almeida, J. R. D. S., & Pessoa, C. (2015). Prospecção tecnológica do jaborandi (*Pilocarpus Microphyllus*): espécie economicamente importante no norte e nordeste do Brasil. *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 5(1), 1626-1638.
- Medeiros, A., Rocha, T. T., Germano, C. M., de Assis, R. M. A., & Lameira, O. (2016). Fenologia reprodutiva de Quassia amara L. (Simaroubaceae). *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Moreira, R. K. V. P. P., Lameira, O. A., Campelo, M. F., Pacheco, N. A., & Souza, I. N. G. (2019). Caracterização fenológica do jaborandi em relação à precipitação pluviométrica e temperatura média do ar. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 8., 2019, Belém, PA. Anais 2019.[SI]: SBMET;[Belém, PA]: UFPA, 2019.
- Morellato, L. P. C. (2007). A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais. Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos [recurso eletrônico]. Colombo: Embrapa Florestas, 37-47.
- Oliveira, C., Lameira, O. A.; Ribeiro, F., Rocha, T., & Assis, R. D. (2016). Fenologia e prospecção fitoquímica do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 18(2), 621-627.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*, 11(5), 1633-1644.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM. 119p. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1
- Pinheiro, C. U. B. (2002). Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holm.; Rutaceae) no Maranhão, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 16, 2, 141-150.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Roca-Pérez, L., Boluda, R., Gavidia, I., & Pérez-Bermúdez, P. (2004). Seasonal cardenolide production and Dop5βr gene expression in natural populations of *Digitalis obscura*. *Phytochemistry*, 65(13), 1869-1878.

Rodrigues, R. M. (2019). Fenologia da floração e biologia da polinização de herbáceas e arbusto em área de restauração ambiental no semiárido.

Santos, A. P., & Moreno, P. R. H. (2013). Alkaloids derived from histidine: Imidazole (pilocarpine, pilosine). *Natural Products*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 861-882.

Schwob, I., Bessiere, J. M., Masotti, V., & Viano, J. (2004). Changes in essential oil composition in Saint John's wort (*Hypericum perforatum* L.) aerial parts during its phenological cycle. *Biochemical systematics and ecology*, 32(8), 735-745.

Souza, I. M. & Funch, L. S. (2017). Synchronization of leafing and reproductive phenological events in *Hymenaea* L. species (Leguminosae, Caesalpinioideae): the role of photoperiod as the trigger. *Brazilian Journal of Botany*, 40 (1), 125-136. 10.1007/s40415-016-0314-7.

3.2 CAPÍTULO II

Título: Avaliação morfológica de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth

Revista: Research, Society and Development

Avaliação morfológica de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth

Morphologica evaluation of *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth

Evaluación morfológica de *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth

Recebido: 20/04/2021 | Revisado: 28/04/2021 | Aceito: 13/05/2021 | Publicado: 28/05/2021

Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3741>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: ruanny_vidal@hotmail.com

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Allan Christiam Santos Ramires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0953-7221>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: allanramires15@gmail.com

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar acessos de jaborandi identificando os descritores morfológicos para a espécie. Foram avaliados 25 acessos, conservados *in vivo* na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, totalizando 125 indivíduos, para oito caracteres morfológicos quantitativos. Os dados foram submetidos as análises multivariadas, realizado a seleção direta e seleção com reanálise agrupadas em dois métodos e com base na distância Euclidiana média utilizada na formação dos agrupamentos pelos métodos *Unweighted Paired Group Method Using ArithmeticAverages* - UPGMA de otimização de Tocher e para análise de componentes principais. Dos oito caracteres avaliados segundo os dois procedimentos utilizados nenhum se mostrou redundante, logo não houve descarte. As dissimilaridades encontradas com base na distância euclidiana - média padronizada apresentaram três menores distâncias 0,35; 0,44 e 0,46 entre pares de acessos e permitiram separá-los em três grupos divergentes pelos métodos UPGMA e pelo método de Tocher houve a formação de quatro grupos distintos. Dois caracteres apresentaram as maiores contribuições para a divergência, sendo eles largura e comprimento da folha, com 35,4%. Portanto, os acessos avaliados de jaborandi possuem variabilidade morfológica de acordo com os caracteres quantitativos: número de folíolos/folha, altura da planta; largura do folíolo, comprimento do pecíolo, comprimento da folha, largura da folha; comprimento do folíolo e comprimento da inflorescência, sendo os caracteres largura e comprimento da folha os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos.

Palavras-chave: Jaborandi; Banco ativo de germoplasma; Caracteres; Variação morfológica.

Abstract

This work aimed to evaluate accessions of jaborandi, and to identify the morphological descriptors for the species. Twenty-five accessions, preserved *in vivo* at Embrapa Amazônia Oriental, in Belém, PA, were evaluated, totaling 125 individuals, for eight quantitative morphological characters. The data were submitted to multivariate analyzes, direct selection and selection with reanalysis were carried out grouped in two methods and based on the average Euclidean distance used in the formation of the clusters by the UPGMA methods of Tocher's optimization and for the analysis of main components. Of the eight characters evaluated according to the two procedures used, none was shown to be redundant, so there was no discard. The dissimilarities found based on the Euclidean distance - standardized mean had three shortest distances 0.35; 0.44 and 0.46 between pairs of accessions and allowed to separate them into three divergent groups by the Unweighted Paired Group Method Using ArithmeticAverages and by the Tocher method, there were the formation of four distinct groups. Two characters presented the greatest contributions to the divergence, being width and length of the leaf, with 35.4%. Therefore, the evaluated accessions of jaborandi have morphological variability according to the quantitative characters: number of leaflets / leaf, plant height; leaflet width, petiole length, leaf length, leaf width; length of the leaflet and length of the inflorescence, the characters width and length of the leaf being the ones that most contributed to the divergence between the accessions.

Keywords: Jaborandi; Active germplasm bank; Characters; Morphological variation.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar las accesiones de Jaborandi e identificar los descriptores morfológicos de la especie. Se evaluaron veinticinco accesiones, preservadas in vivo en Embrapa Amazônia Oriental, en Belém, PA, totalizando 125 individuos, para ocho caracteres morfológicos cuantitativos. Los datos se sometieron a análisis multivariados, la selección directa y el reanálisis se realizaron agrupados en dos métodos y con base en la distancia euclidiana promedio utilizada en la formación de los conglomerados por los métodos UPGMA de optimización de Tocher y para el análisis de componentes principales. De los ocho caracteres evaluados según los dos procedimientos utilizados, ninguno demostró ser redundante, por lo que no hubo descarte. Las diferencias encontradas con base en la distancia euclidiana: la media estandarizada tenía las tres distancias más cortas 0,35; 0,44 y 0,46 entre pares de accesiones y se les permitió separarlos en tres grupos divergentes mediante el método de grupos emparejados no ponderados utilizando promedios aritméticos y mediante el método de Tocher, se formaron cuatro grupos distintos. Dos personajes presentaron las mayores contribuciones a la divergencia, siendo el ancho y el largo de la hoja, con un 35,4%. Por tanto, las accesiones evaluadas de jaborandi presentan variabilidad morfológica según los caracteres cuantitativos: número de folíolos / hoja, altura de planta; ancho del folíolo, largo del pecíolo, largo de la hoja, ancho de la hoja; la longitud del folíolo y la longitud de la inflorescencia, siendo el ancho de los caracteres y la longitud de la hoja los principales contribuyentes a la divergencia entre accesiones.

Palabras clave: Jaborandi; Banco de germoplasma activo; Caracteres; Variación morfológica.

1. Introdução

Existem várias espécies de plantas com propriedades medicinais identificadas no Brasil. Como exemplo dessa flora têm à espécie *Pilocarpus microphyllus* Stapf Ex Wardleworth, popularmente conhecida como jaborandi (Rocha et al., 2017). Segundo Silva (2018) o gênero *Pilocarpus* pertence à família das Rutaceae encontra-se distribuído amplamente pela América do Sul e América Central, a maioria das espécies é nativa do Brasil.

Em meio às espécies de plantas medicinais produtoras de compostos bioativos de interesse mundial, o jaborandi é fonte de uma variedade de metabólitos secundários com potencial de atividade farmacológica, tais como alcalóides, cumarinas, flavonóides e terpenos (Santos; Moreno, 2004). Dessa forma sua importância econômica é devido ao fato de suas folhas serem fonte da pilocarpina.

O jaborandi é a fonte natural da pilocarpina, um alcalóide utilizado para tratar o glaucoma e xerostomia (Gil-Montoya et.al., 2016). Por apresentar essa propriedade o jaborandi foi fortemente explorado passando a ser considerada uma planta obrigatória em programas de conservação e incluído na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção, em consequência ao extrativismo desordenado realizado por folheiros que não seguiam nenhum método sustentável de coleta das folhas, arrancando o arbusto para retirar dele somente as folhas (ICMBio, 2009).

A vista disso, a Instituição Embrapa Amazônia Oriental localizada no município de Belém-PA, no ano de 1991 instalou o Banco Ativo de Germoplasma (Bag) de jaborandi com o objetivo de introduzir, coletar, conservar, caracterizar, documentar e disponibilizar o germoplasma dessa espécie (Pádua et al., 2020), nesse Bag os acessos coletados de diferentes procedências permitiu conduzir estudos na área de caracterização e avaliação morfológica.

Nesse sentido, Lameira et al., (2020) consideram que uma das tarefas mais importantes dentro dos programas de melhoramento é a conservação do germoplasma, pois serve como um reservatório de genes aos quais os melhoristas podem acessar quando precisam resolver problemas específicos, e for estudados em várias etapas como coleta ou introdução, multiplicação, preservação/ conservação, avaliação/ caracterização e uso racional.

Segundo Oliveira (2005) a conservação de indivíduos de interesse, pode ser feita em um Bag, que faz referência ao patrimônio genético de uma determinada espécie. Sendo portadores da variabilidade total que pode ser transmitida de uma geração para outra (Costa & Spehar, 2012). Na avaliação de acessos em bancos de germoplasma a observação e avaliação de um grande número de características em um mesmo indivíduo são muito comuns, principalmente quando a quantidade de indivíduos é grande (Mingoti, 2005).

Em função do exposto, este trabalho objetivou avaliar acessos de jaborandi, identificando os descritores morfológicos para a espécie.

2. Metodologia

O estudo foi realizado no Bag de jaborandi, instalado no Horto de Plantas Medicinais e Aromáticas da Embrapa Amazônia Oriental, com altitude de 10 m e temperatura média anual de 30 °C. O clima em Belém, segundo série histórica da cidade, apresenta precipitação anual média de 3.070 mm, entretanto, as chuvas se distribuem de maneira diferente durante o ano, formando um período muito chuvoso (dezembro a maio) e um período menos chuvoso (junho a novembro) Lira et al., (2020).

Foram avaliados 25 acessos de jaborandi, conservados *in vivo*, cultivados a pleno sol, os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade da espécie. Os acessos possuem origem nos estados do Maranhão e Pará, sendo 15 acessos do Pará e 10 do estado do Maranhão, Tabela 1(Alelo vegetal, 2021). Foram selecionadas cinco plantas por acesso de forma aleatória e marcadas com fita. Este trabalho está de acordo com as definições sugeridas por Pereira et al., (2018), sendo uma pesquisa metodológica quantitativa.

Tabela 1. Denominações e procedências de 25 acessos conservados no Bag de jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental.

Código BAG	Código Local	Procedência
Bonal 4	BGAJB04	Moju (PA)
Bonal 3	BGAJB03	Moju (PA)
Bonal 2	BGAJB02	Moju (PA)
Bonal 1	BGAJB01	Moju (PA)
NBB	BGAJNBB002	Novo Breu Branco (PA)
Maisa	BGAJMS001	Moju (PA)
Açailândia	BGAJ051	Açailândia (MA)
Bra-060	BGAJ060	Açailândia (MA)
CCM	BGAJCCM01	Moju (PA)
Merk 1	MK01	Barra do Corda (MA)
Japonês	BGAJJ003	Moju (PA)
Carajás 3	BGAJSC03	Parauapebas (PA)
Carajás A	BGAJSC04	Parauapebas (PA)
Carajás B	BGAJSC05	Parauapebas (PA)
Carajás C	SC06	Parauapebas (PA)
Bra 132	BGAJ132	Nina Rodrigues (MA)
Bra 159	BGAJ159	Mata Roma (MA)
Bra 167	BGAJ67	Brejo (MA)
N5W	N5W	Parauapebas (PA)
Merk 2	MK02	Barra do Corda (MA)
Merk 3	MK03	Barra do Corda (MA)
Merk 4	MK04	Barra do Corda (MA)
Merk 5	MK05	Barra do Corda (MA)
Merk 6	BGAJMK06	Barra do Corda (MA)
Merk 7	SC07	Parauapebas (PA)

Fonte: Alelo (2021).

Para seleção de descritores e divergência genética entre os acessos os caracteres morfológicos quantitativos avaliados foram: número de folíolos/folha, altura da planta; largura do folíolo, comprimento do pecíolo, comprimento da folha, largura da folha; comprimento do folíolo e comprimento da inflorescência. A unidade de medição para todas as variáveis foi em centímetros (cm) e extraídos com o auxílio de régua e paquímetro.

Após tabulação dos dados, foram realizados dois procedimentos com o auxílio estatístico do *software* R (2020) para identificação de possíveis caracteres redundantes ou invariáveis para posterior seleção dos descritores. O primeiro procedimento foi de seleção direta, proposto por Jolliffe (1937) neste caso, foram eliminados todos os caracteres que apresentaram maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor) no componente principal de menor autovalor, partindo do último componente até aquele cujo autovalor não excedesse a 0,70. O segundo foi da seleção com reanálise, sugerida por Cury (1993) onde cada caráter sugerido para descarte, é realizado nova análise com os caracteres remanescentes, examinando os coeficientes de correlação do caráter sugerido para descarte com os demais caracteres, sendo finalizada quando o caráter a ser descartado se mostrou altamente correlacionado com pelo menos um caráter já descartado. O descarte final é realizado com base na informação obtida simultaneamente nos dois procedimentos.

Os dados dos descritores selecionados foram empregados para a obtenção das dissimilaridades entre cada par de acessos com base na distância euclidiana média padronizada, no mesmo software estatístico. Uma vez que os acessos encontram-se estabelecidos sem obedecer a nenhum delineamento experimental, assim como os caracteres em diferentes medidas e escalas, esta análise foi executada com base na média de cada caráter.

A matriz de distâncias obtidas foi utilizada na formação dos agrupamentos pelos métodos de UPGMA, otimização de Tocher e para análise de componentes principais.

3. Resultados e Discussão

Dos oito caracteres avaliados segundo os dois procedimentos utilizados nenhum se mostrou redundante, logo não houve descarte. Assim, a eliminação de descritores redundantes é de grande importância, pois minimiza os esforços na avaliação de genótipos sem perda na precisão de avaliação dos genótipos (Albuquerque & Leite, 2020), especialmente se esses caracteres forem de difícil mensuração e apresentarem baixa variabilidade (Daher, 1993). Por isso, neste trabalho foi realizado os procedimentos de seleção direta, proposto por Jolliffe (1937) e a seleção com reanálise, sugerida por Cury (1993), entretanto os testes não identificaram redundância que justifiquem possíveis descartes. Brandão et al., (2013) ao propor um número mínimo de descritores morfoagronômicos capaz de quantificar a divergência genética entre acessos de bananeira eliminou 20 dos 27 caracteres quantitativos através do método direto proposto por Jolliffe (1973).

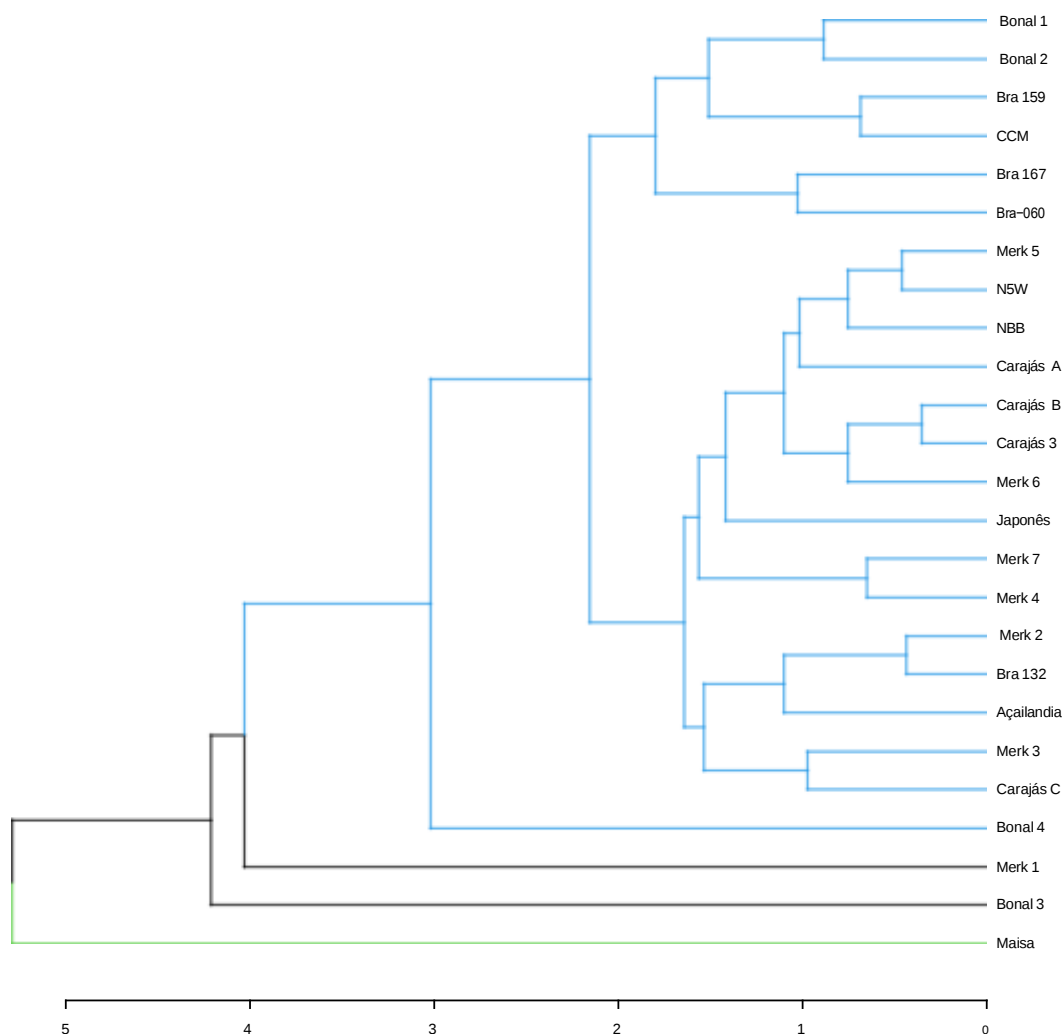
A matriz de dissimilaridade obtida entre os pares de 25 acessos de jaborandi gerada com base em oito caracteres quantitativos revela maior semelhança, ou seja, maior similaridade e menor distância (0,35) entre os acessos Carajás B x Carajás 3 ambos provenientes do Estado do Pará (PA). A segunda menor distância (0,44) entre os pares, Merk 2 x Bra 132 ambos provenientes do Estado do Maranhão (MA) e a terceira menor distância (0,46) entre os pares Merk5 (MA) x N5W (PA). Costa et al., (2006) relatam que a identificação dos diferentes graus de divergência genética é importante uma vez que fornece parâmetros para a identificação de genitores promissores.

Com base no método UPGMA os 25 acessos formaram três grupos divergentes: o grupo I contendo o acesso Maisa coletados no PA, o II composto pelos acessos Merck1 (MA) e Bonal 3 (PA) e III contendo os demais acessos com diferentes localidades (Figura 1). Pode-se perceber que apesar de diferentes procedências, houve o agrupamento destes acessos, nos grupos II e III. O aumento da distância geográfica nem sempre implica em maior divergência genética, pois a deriva genética e a seleção em diferentes ambientes podem contribuir muito mais para a divergência do que a separação geográfica (Dias, 1994),

isto corrobora que nem sempre a diversidade geográfica é sinônimo de divergência genética conforme ressaltam Cruz e Carneiro (2006).

A formação de um número razoável de grupos em um dendograma demonstra a existência da variabilidade genética entre os acessos avaliados, uma vez que a formação de poucos grupos representa uma distância genética baixa (Martins, 2011).

Figura 1. Dendograma gerado pelo método UPGMA a partir das dissimilaridades obtidas entre 25 acessos de jaborandi, conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em oito caracteres morfológicos.



Fonte: Autores.

Pelo método de Tocher houve a formação de quatro grupos divergentes entre os 25 acessos (Tabela 2). No grupo I esta presente apenas o acesso Bonal 3, o grupo II contém o acesso Maisa (PA), o grupo III agrupa o acesso Merck1, os demais acessos formam o grupo IV. Observou-se alguma semelhança na formação dos grupos com a análise pelo método do UPGMA, resalta-se a formação de um grupo contendo unicamente o acesso Maisa. Como são acessos da mesma espécie que formam grupos distintos reflete o grau de divergência genética encontrado entre eles e a importância de serem conservados no banco de germoplasma, a fim de se manter a acentuada variabilidade entre os materiais (Dattatrayet al.,2006).Diante disso, o método de

otimização de Tocher aliado ao método UPGMA, confere maior eficiência em discriminar os acessos quanto as suas distâncias genéticas (Nardino et al., 2017).

Tabela 2. Formação dos grupos divergentes pelo método de Tocher entre os 25 acessos de jaborandi conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em oito caracteres morfológicos.

Grupos	Acessos						
I	Bonal 3						
II	Maisa						
III	Merk 1						
IV	Carajás 3	Carajás B	Merk 5	N5W	Merk 6	Carajás A	NBB
	Merk 2	Bra 132	Merk 3	Carajás C	Merk 7	Merk 4	Bra 167
	Bonal 2	Bonal 1	Japonês	Açailandia	CCM	Bra 159	Bra-060
	Bonal 4						

Fonte: Autores.

A largura da folha e comprimento da folha foram os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os acessos estudados com percentuais de contribuição igual a 18,89 % e 16,50 %, respectivamente, (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Lameira et al., (2020), realizando avaliações de componente principais para avaliação de jaborandi, notou maior contribuição relativa para as divergências genotípicas encontradas.

O componente que menos contribuiu foi o caráter comprimento da inflorescência com 5,24%. A análise de componentes principais vem se destacando como a metodologia mais empregada em bancos e ou coleções de germoplasma, pois além de identificar os caracteres mais importantes na contribuição da divergência genética (Pereira, 1999), pois são responsáveis por direções que estão associadas à baixa variabilidade (Hongyu et al., 2016).

Tabela 3. Contribuição relativa para a dissimilaridade de 25 acessos de jaborandi conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em oito caracteres morfológicos.

Caráter	Contribuição (%)
Número de folíolo/ folha	12.9
Altura da planta	12.9
Largura do folíolo	8.5
Comprimento do pecíolo	12,0
Comprimento da folha	16.5
Largura da folha	18.9
Comprimento do folíolo central	13.1
Tamanho da inflorescência	5.2

Fonte: Autores.

A análise conjunta de dados qualitativos e quantitativos é viável e pode permitir maior eficiência no conhecimento da divergência entre acessos de espécies vegetais conservadas em bancos de germoplasma (Machado et al., 2015). Igualmente Lameira et al., (2020) avaliando descritores morfoagronômico para a espécie jaborandi verificaram a possibilidade de utilização de caracteres qualitativos para diferenciação entre os acessos estudados.

4. Conclusão

Este estudo avaliou a variabilidade dos caracteres morfológicos quantitativos: número de folíolos/folha, altura da planta; largura do folíolo, comprimento do pecíolo, comprimento da folha, largura da folha; comprimento do folíolo e da inflorescência, todos apresentaram contribuição para diferenciação entre os acessos avaliados de jaborandi.

Identificou e agrupou os descritores; os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram largura da folha e comprimento da folha, mostrando-se importantes na avaliação do germoplasma de jaborandi.

Recomenda-se a soma de estudos de caracteres morfológicos qualitativos para a espécie. Estas informações são cruciais para a espécie, pois auxilia no conhecimento e uso da variabilidade genética e podem servir de base para a seleção de indivíduos de interesse dos programas de melhoramento, além de fornecer informações fundamentais que facilitará a identificação de espécimes em ecossistemas nativos ou plantados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e bolsa de estudo de Doutorado, à Embrapa Amazônia Oriental por ceder o local e a estrutura, e ao Programa de Doutorado da Rede Bionorte- Biodiversidade e Biotecnologia.

Referências

- Albuquerque, D. P., & Leite, F. D. S. (2020). Dissimilaridade genética e seleção de descritores da parte aérea de jambu [*Acmella oleracea* (L.) RK Jansen].
- Arriel, N. H. C., Dos Santos, J. W., Moreira, J. D. A. N., Nóbrega, M. B. D. M., & De Andrade, F. P. (2000). Avaliação de descritores quantitativos na caracterização preliminar de germoplasma de gergelim (*Sesamum indicum* L.). 1. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 4(1).
- Brandão, L. P., Souza, C. P. F., Pereira, V. M., Silva, S. O., Santos-Serejo, J. A., Ledo, C. A. S., & Amorim, E. P. (2013). Descriptor selection for banana accessions based on univariate and multivariate analysis. *Genetics and Molecular Research*, 12(2), 1603-1620.
- Costa, A. M., Spehar, C. R., & Sereno, J. R. B. (2012). Conservação de recursos genéticos no Brasil. *Embrapa Cerrados-Livro científico (ALICE)*.

- Costa, M. N. D., Pereira, W. E., Bruno, R. D. L. A., Freire, E. C., Nóbrega, M. B. D. M., Milani, M., & Oliveira, A. P. D. (2006). Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(11), 1617-1622.
- Cruz, C. D., & Souza Carneiro, P. C. (2006). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético* (No. 575.1015195). Universidad Federal de Viçosa.
- Cury, R. (1993). *Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) na agricultura autóctone do Sul do Estado de São Paulo* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Daher, R. (1993). *Diversidade morfológica e isoenzimática em capim elefante (Pennisetum purpureum Schum.)*.110 f (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG).
- Dattatraya, A.; Rankin, S. A. (2006) O PH moderadamente ácido potencializa o escurecimento do soro de leite doce em pó. *International Dairy Journal*, 16 (7), 822-828.
- Dias, L. A. D. S. (1994). *Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (Theobroma cacao L.)* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Embrapa. (2021). Embrapa Recursos Genéticos E Biotecnologia. Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI). Alelo Vegetal.
- Gil-Montoya, J. A., Silvestre, F. J., Barrios, R., & Silvestre-Rangil, J. (2016). Treatment of xerostomia and hyposalivation in the elderly: A systematic review. *Medicina oral, patologia oral y cirugía bucal*, 21(3), e355.
- Hongyu, K., Sandanielo, V. L. M., & de Oliveira Junior, G. J. (2016). Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and Science*, 5(1), 83-90.
- ICMBio - www.icmbio.gov.br 14/01/2009 <http://ti.socioambiental.org/#!/noticia/63448>.
- Jolliffe, I. T. (1973). Discarding variables in a principal component analysis. II: Real data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 22(1), 21-31.
- Lameira, O. A., Cordeiro, I. M. C. C., & Pires, H. C. G. (2020). *Avaliação dos Descritores Morfoagronômico e Morfoanatomia da Lâmina Foliar de Pilocarpus: Microphyllus Stapf ex Wardleworth-Rutaceae, Ananas Comosus Var. Erectifolius (LB Smith) Coppens & F. Leal-Bromeliaceae e Psychotria Ipecacuanha (Brot.) Stokes*. Editora Appris.
- Lira, B. R. P., Lopes, L. D. N. A., das Chaves, J. R., Santana, L. R., & Fernandes, L. L. (2020). Identificação de Homogeneidade, Tendência e Magnitude da Precipitação em Belém (Pará) entre 1968 e 2018. *Anuário do Instituto de Geociências*, 43(4), 426-439.
- Machado, C. D. F., Jesus, F. N. D., & Ledo, C. A. D. S. (2015). Divergência genética de acessos de maracujá utilizando descritores quantitativos e qualitativos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(2), 442-449.
- Martins, F. A. (2011). Integração de dados morfoagronômicos, moleculares e fitopatológicos para estabelecimento de coleção nuclear.
- Mingoti, S. A. (2005). Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. UFMG.
- Nardino, M., Baretta, D., Carvalho, I. R., Follmann, D. N., Ferrari, M., de Pelegrin, A. J., & de Souza, V. Q. (2017). Divergência genética entre genótipos de milho (*Zea mays* L.) em ambientes distintos. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(1), 164-174.
- Oliveira, M. do S. P. (2005). *Caracterização Molecular e Morfo-agronômica de germoplasma de açaizeiro*. Tese (Doutorado) – (Universidade Federal de Lavras, Lavras).
- Pádua, J. G., Albuquerque, M., & de Mello, S. C. M. (2020). *Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: Conservação e uso*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documents (INFOTECA-E).
- Pereira V. A. (1999). *Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta Crantz.)* [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Pereira, A. S.; Shitsuka, D. M.; Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, qaw13q'.
- Rocha, J. A., Andrade, I. M., Vêras, L. M., Quelemes, P. V., Lima, D. F., Soares, M. J., & Leite, J. R. (2017). Anthelmintic, antibacterial and cytotoxicity activity of imidazole alkaloids from *Pilocarpus microphyllus* leaves. *Phytotherapy research*, 31(4), 624-630.
- Santos, A. P., & Moreno, P. R. H. (2004). *Pilocarpus* spp.: A survey of its chemical constituents and biological activities. *Revista brasileira de ciências farmacêuticas*, 40(2), 116-137.
- Silva, J. C. D. (2018). Identificação de Compostos Avaliação citotóxica, antibacteriana, antioxidante e antifúngico do óleo essencial de *Pilocarpus microphyllus*.

4 CONCLUSÃO GERAL

Fica claro, portanto que, a avaliação da fenologia reprodutiva do jaborandi mostrou-se importante para o manejo e propagação da espécie, pois, permitiu identificar a época de ocorrências e assim tornando possível adotar uma estratégia de planejamento para a coleta de material vegetal, sendo este para fins medicinais ou para propagação vegetativa. Além disso pode definir a influência da temperatura média do ar e precipitação pluviométrica com os eventos fenológicos. De um modo geral, a avaliação das fenofases reprodutivas do jaborandi é interessante para se entender a dinâmica de onde se está inserido.

Juntamente aos resultados da fenologia, a avaliação e identificação dos descritores morfológicos apresentou resultados que demonstraram que todas as variáveis analisadas tiveram contribuição para diferenciação entre os acessos avaliados. Conforme foi observado, os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram largura e comprimento da folha, mostrando-se importantes na avaliação do germoplasma de jaborandi.

Este estudo por fim contribuiu para o enriquecimento inicial de informações valiosas do jaborandi, pois auxilia no conhecimento sobre o comportamento desta espécie, foi permitido observar um índice de atividade fenológica em 97% dos acessos estudados, tendo uma boa disponibilidade de material vegetal durante todo o ano; já o uso da variabilidade genética serve de base para a diferenciação e seleção de indivíduos de interesse dos programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, I.N., CHOI, Y.H., SAWAYA, A.C.H.F., EBERLIN, M.N., MAZZAFERA, P., VERPOORTE, R. Metabolic alterations in different developmental stages of *Pilocarpus microphyllus*. **Planta Med.** 77, 293–300, 2011. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1250314>
- ABREU, I.N., MAZZAFERA, P., EBERLIN, M.N., ZULLO, M.A.T., SAWAYA, A.C.H.F.. Characterization of the variation in the imidazole alkaloid profile of *Pilocarpus microphyllus* in different seasons and parts of the plant by electrospray ionization mass spectrometry fingerprinting and identification of novel alkaloids by tandem mass spectrometry. **Rapid Commun. Mass Spectrom.** 21, 1205–1213, <http://dx.doi.org/10.1002/rcm.2942>. 2007.
- ARAUJO, G. M. **Caracterização da morfoanatomia, fenologia e composição química do óleo essencial de *Aloysia hatschbachii* (Verbenaceae).** Dissertação. Programa de pós-graduação em agronomia: agricultura e ambiente, Universidade federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2020.
- BFG (BRAZIL FLORA GROUP). Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015. DOI: 10.1590/2175-7860201566411.
- BIONDI, D., LEAL, L., & BATISTA, A. C. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 29(3), 269-276. 2007.
- BRANDELLI, C.L.C. **Plantas medicinais: Histórico e Conceito.** In Monteiro SS. Farmacobotânica: Aspecto teórico e aplicação. Porto Alegre: Artmed; 2017.
- Brasil. **Programa Áreas Protegidas da Amazônia** (Arpa):Ministério do Meio Ambiente.WWF- Brasil: Ministério do Meio Ambiente, 2010.
- BURLE, M. L.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Manual de curadores de Germoplasma – Vegetal: caracterização morfológica.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 15 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 312; Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 378). 2010.
- BUZAR, A.G.R.; OLIVEIRA, V.R.; BOITEUX, L.S. Estimativa de diversidade genética de germoplasma de cebola via descritores morfológicos, agronômicos e bioquímicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p.527-532, 2007.
- CÁPOLI, ELAINE ALVES; VIEIRA, TATIANA REIS. O uso de *Pilocarpus* (jaborandi) na área farmacêutica. **Trabalho de conclusão de curso.** Farmácia. Universidade de Uberaba Uniube, Uberaba-MG 2019.
- CARVALHO, A. M.A.de. **Atividade antifúngica *in vitro* dos alcaloides das folhas de *Pilocarpus microphyllus* isolados e em combinação com fármacos antifúngicos.** 2018.
- CARVALHO, J. M. F. C., VIDAL, M. S. **Crioconservação no Melhoramento Vegetal.** Documentos/Embrapa Algodão, 115:22.2003.
- COSTA, A. M., SPEHAR, C. R. Recursos Genéticos. Pages 28–61 in M. Costa, A, C. R. .

Spehar, and J. R. B. Sereno, editors. **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Embrapa, Distrito Federal.2012.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 2. 2006.

DA SILVA, T. N., RIOS, Í. F., CAMPOS, L. P., & MACHADO, C. D. F.. Caracterização e avaliação de recursos genéticos de Spondias, acessada por meio de descritores morfológicos e agronômicos. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 13., 2019. Foco e valor: resumos. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.119. 2019.

DANTAS, A. C.; NUNES, G.; ARAÚJO, I.; ALBUQUERQUE, L. Caracterização molecular de acessos de melão coletados no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira Fruticultura**. v. 34, n. 1, p. 183-189, 2012.

DE CARVALHO, F. R. A ecologia no cultivo de plantas medicinais. **Revista Agrogeoambiental**, 4(1).2012.

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, A; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42(10), 1443-1449, 2007.

FERREIRA, T. S., PELISSARO, T. M., EISINGER, S. M., RIGHI, E. Z., & BURIOL, G. A. Fenologia de espécies nativas arbóreas na região central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, 27(3), 753-766.2017.

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

LAMEIRA, O. A., CORDEIRO, I. M. C. C., & PIRES, H. C. G. **Avaliação dos Descritores Morfoagronômico e Morfoanatomia da Lâmina Foliar de Pilocarpus: Microphyllus Stapf ex Wardleworth–Rutaceae, Ananas Comosus Var. Erectifolius (LB Smith) Coppens & F. Leal– Bromeliacea e Psychotria Ipecacuanha (Brot.) Stokes**. Editora Appris.2020.

LIMA, D. F., SILVA, R. A. O.MARQUES, L. G. A. VÉRAS, L. M. C. SIMÕES, E. R. B. LEITE, J. R. S. A. SANTOS, M. R. M. C. & PESSOA, C. Prospecção Tecnológica do Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*): espécie economicamente importante no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista GEINTEC – Gestão, Inovação e Tecnologias**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 1.626-1.638, 2015.

MALAYSIA, Preena Sidhu. Endangered Jaborandi. **British Dental Journal**, [S.l.], v. 217, n. 1, jul.2014.

MARCHIORI, J.N.C. **Elementos de dendrologia**. 2.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2004. 176p.

MARTINELLI, G., MORAES, M.A., **Livro Vermelho da Flora do Brasil**, 1st ed. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.2013.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.** UFMG. 2005.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In: LEITÃO FILHO, H. F.; MORELLATO, L. P. C. (Org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra.** Campinas: UNICAMP, p. 187-192. 1995.

OLIVEIRA F., AKISUE, G., AKISUE, M. K., **Farmacognosia**, Editora Atheneu, São Paulo – Brasil, p. 216, 412; 1991.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. **Acta Scientiarum**, Maringá, Paraná, n. 22, p. 895-900, 2000.

OLIVEIRA, A. C. D.; ROPKE, C. D. Os dez anos da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) e os principais entraves da cadeia produtiva de extratos vegetais e medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v., 10, n. 2, p. 95-219, 2016.

OLIVEIRA, M. DO S. P. **Caracterização Molecular e Morfo-agronômica de germoplasma de açaizeiro.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.

PÁDUA, J. G., ALBUQUERQUE, M., & DE MELLO, S. C. M. Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: Conservação e uso. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia- Documentos (INFOTECA-E)**, 2020.

PINHEIRO, C. U. B. Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holm.; Rutaceae) no Maranhão, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 141–150, 2002.

PINHEIRO, C.U.B. Jaborandi (*Pilocarpus* sp., Rutaceae): uma espécie selvagem e sua rápida transformação em cultivar. *Economic Botany*. v. 51, n. 1, p.49-58, 1997 **Rev. Bras. Cienc. Fazenda**. vol.40 no.2 São Paulo abril / junho 2004.

SANTOS, A. P.; MORENO, P. R. H. *Pilocarpus* spp.: a survey of its chemical constituents and biological activities. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 40, n. 2, p. 116–137, 2004.

TANNUS, J.L.S., ASSIS, M.A., MORELLATO, L.P.C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. **Biota Neotropica** 2006; 6(3): 1-27. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032006000300008>.

VITAL, M. A. B. F.; ACCO, A. **Agonistas e antagonistas colinérgicos.** In: SPINOSA, H. S.; GORNIK, S. L.; BERNARDI, M.M. *Farmacologia aplicada à medicina veterinária.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 67-79 p, 2006.