

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 del 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 varias 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 Af_i, 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 excicata 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.



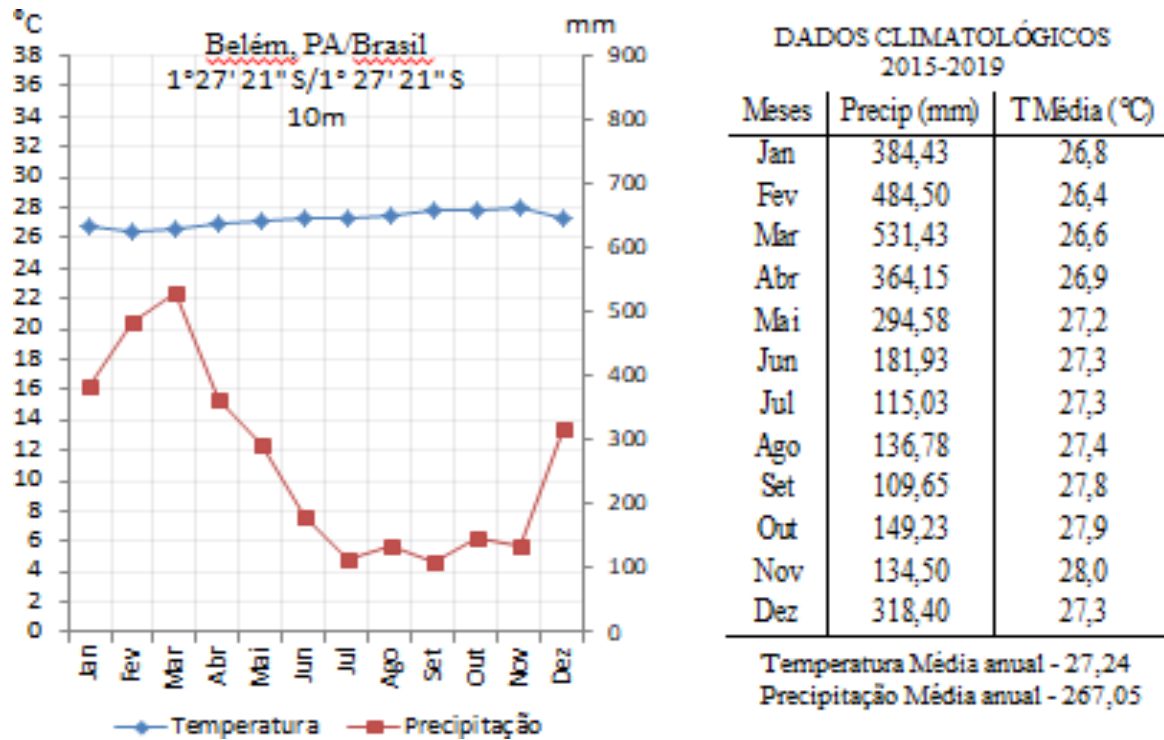
Fonte: Autores.

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 à 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

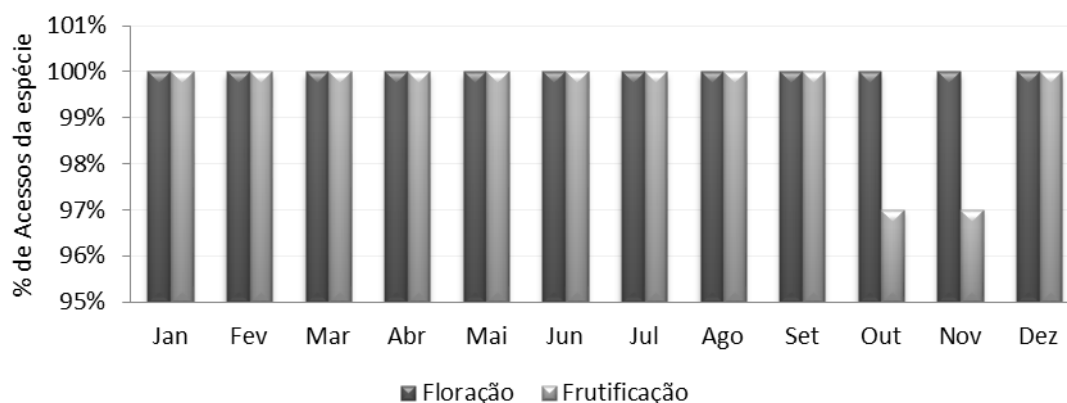
Rho forte >0,67= (²); rho fraca entre >0,34 e <0,66= (¹).

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, alcaloídes, 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.



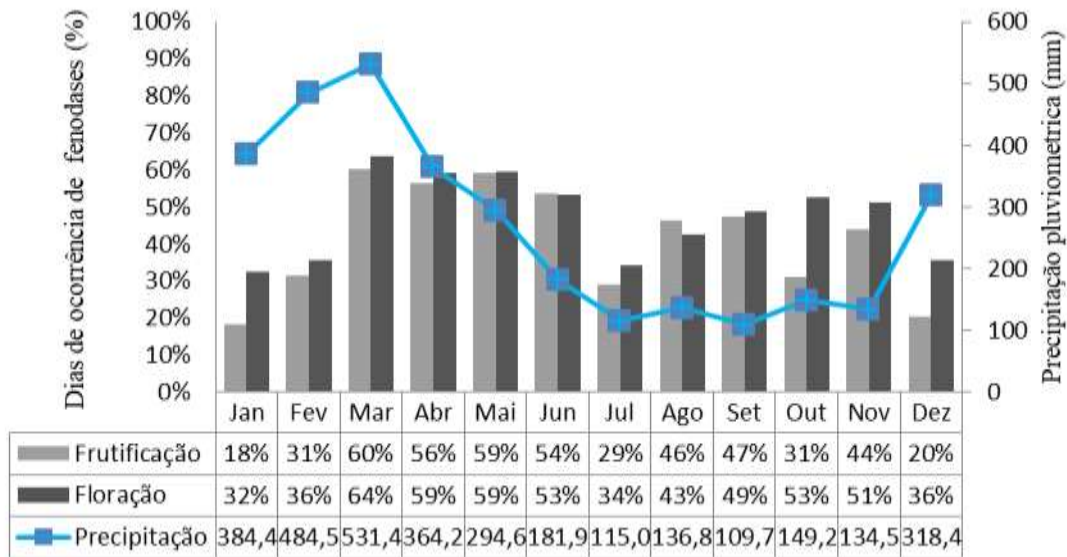
Fonte: Autores.

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.

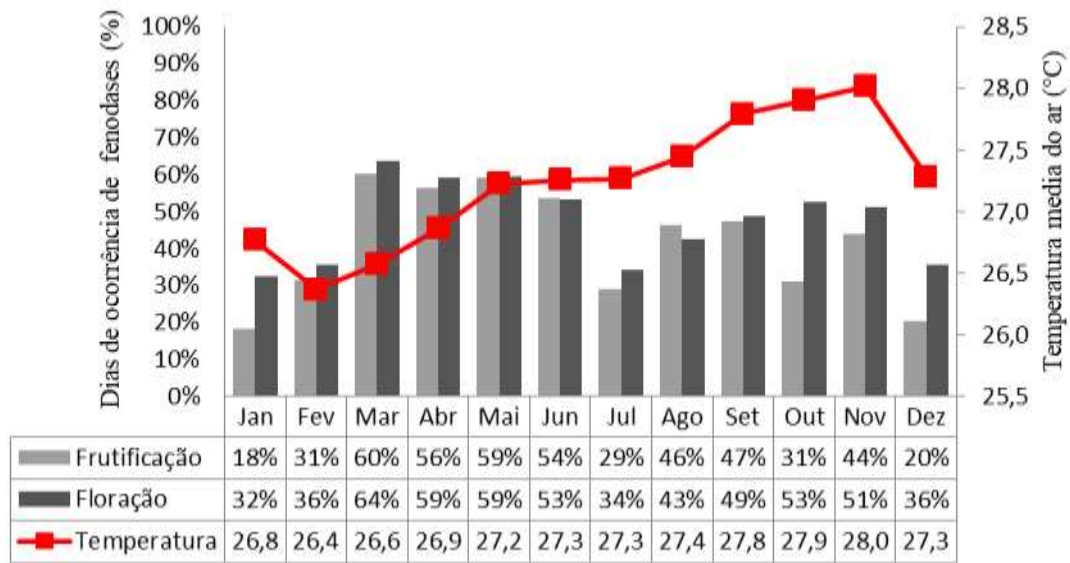
O padrão de frutificação observado neste trabalho apontou que o pico de atividade de média dias de ocorrência de frutificação (Figura 5) foi em Março, com cerca de 60% dias de ocorrência desta fenofase. Por outro lado, o mês que apresentou a menor duração na frequência desta fenofase foi Janeiro com 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 Agrogeambiental*, 4(1).
- de Oliveira, A. H., Honorio, 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 Sensu Stricto. *Proficientia*, (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 Dop5 β r 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.