

SUBMETIDO 09/06/2022

APROVADO 27/08/2022

PUBLICADO ON-LINE 02/11/2022

PUBLICADO 10/04/2024

EDITORA ASSOCIADA
Ane Cristine Fortes da Silva

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2022id6984>

ARTIGO ORIGINAL

Fenologia vegetativa e reprodutiva da espécie nativa *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. em um fragmento de floresta

 Geane Lourenço Bispo ^{[1]*}

 João Domingos Rodrigues ^[2]

 Filipe Pereira Giardini Bonfim ^[3]

 Emily Toledo Coutinho ^[4]

 Elizabeth Orika Ono ^[5]

 Cláudia Araújo Marco ^[6]

[1] geane.bispo@unesp.br

[2] joao.domingos@unesp.br

[3] filipe.giardini@unesp.br

[5] elizabeth.o.ono@unesp.br

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Brasil

[4] emilytcoutinho@gmail.com

Fundação para Conservação e Produção Florestal, Secretaria de Meio Ambiente (SMA) do Estado de São Paulo, Brasil

[6] claudia.marco@ufca.edu.br

Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brasil

RESUMO: A espécie vegetal *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. é nativa do Brasil, promissora para a agricultura, com grande importância ecológica e grande consumo em algumas regiões. Neste estudo, objetivou-se analisar a fenologia reprodutiva e a fenologia vegetativa em uma população natural da espécie. Foram realizados levantamentos durante 25 meses, observando-se, aleatoriamente, 12 indivíduos da espécie, na Fazenda Lageado da Faculdade de Ciências Agrônomicas, na cidade de Botucatu, estado de São Paulo, Brasil. Os métodos de observação foram: índice de atividade fenológica (sincronia) e índice de Fournier (presença da fenofase). Os resultados foram submetidos à correlação de Spearman. Os eventos fenológicos da espécie apresentaram alta sincronia. Frutificação e temperatura média apresentaram forte correlação positiva; repouso vegetativo e temperatura apresentaram forte correlação negativa. Quanto às fenofases, a brotação começou em agosto e terminou em novembro. A queda de folhas iniciou em dezembro – a planta vai gradativamente perdendo as folhas até estar 100% desfolhada no mês de junho. Os meses de novembro e dezembro apresentaram as maiores taxas de floração. Os primeiros frutos apareceram em outubro e os últimos frutos maduros foram vistos em maio; o pico da frutificação ocorreu em janeiro e fevereiro. Essa é uma espécie sincrônica que precisa do frio do inverno para quebrar a dormência das gemas para que a brotação ocorra. Estudos agrônomicos, ecológicos, químicos e nutricionais são necessários para fortalecer o uso de espécies nativas com potencial econômico, os quais também podem contribuir para a preservação de seus habitats.

Palavras-chave: biodiversidade; ecologia; fatores climáticos; fenofases; planta nativa.

*Vegetative and reproductive phenology of the native species *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. in a forest fragment*

*Autor para correspondência.

ABSTRACT: *The plant species Vasconcellea quercifolia A. St.-Hil. is native to Brazil, promising for agriculture, with great ecological importance and high consumption in some regions. This study aimed to analyze the reproductive phenology and vegetative phenology in a natural population of the species. The surveys were carried out for 25 months, randomly observing 12 individuals of the species at Fazenda Lageado, Faculty of Agronomic Sciences, in Botucatu, state of São Paulo, Brazil. The observation methods were: phenological activity index (synchrony) and Fournier index (presence of phenophase). The results were submitted to Spearman's correlation. The phenological events of the species showed high synchrony. Fruiting and average temperature showed a strong positive correlation; vegetative rest and temperature showed a strong negative correlation. As for the phenophases, budding started in August and ended in November. Leaf fall started in December – the plant gradually loses its leaves until it is 100% defoliated in June. The months of November and December had the highest flowering rates. The first fruits appeared in October and the last ripe fruits were seen in May; the fruiting peak occurred in January and February. This is a synchronous species that needs the cold of winter to break the dormancy of the buds for sprouting to take place. Agronomic, ecological, chemical and nutritional studies are needed to strengthen the use of native species with economic potential and can also contribute to the preservation of their habitats.*

Keywords: *biodiversity; climatic factors; ecology; native plant; phenophases.*

1 Introdução

A espécie vegetal *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. é nativa do Brasil. Seus nomes populares incluem “jacaratiá” e “mamãozinho-do-mato”. A espécie tem uso tradicional em confeitaria no sul do Brasil, onde o consumo da fruta *in natura* também é uma prática comum (Quevedo, 2014). Possui grande importância ecológica em locais de sua ocorrência natural, pois mantém a biodiversidade vegetal, atraindo agentes polinizadores e fornecendo frutos como alimento para muitos animais, principalmente pássaros (Biondo *et al.*, 2013).

Seus frutos são fusiformes do tipo baga, com polpa carnosa e comestível, apresentam coloração amarelo-alaranjada quando maduros e possuem em média de 2,0 cm a 6,0 cm de comprimento, contendo em média 29 sementes por fruto. As sementes maduras são de coloração marrom clara. Removendo-se a camada de mucilagem que as reveste, tornam-se espinescentes e têm em média 5,3 mm de comprimento polar e 2,8 mm de largura equatorial (Kinupp, 2007).

A espécie ocorre naturalmente nos estados de Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo mais presente em regiões de maior altitude, principalmente nos estados do Sul. Cresce preferencialmente à beira de córregos, em várzeas e em encostas úmidas (Brack *et al.*, 2011). A biodiversidade vegetal é um componente essencial para o desenvolvimento sustentável, com a variedade de espécies vegetais podendo ajudar a melhorar a qualidade de vida da população e a reduzir a fome no mundo (Vieira; Camillo; Coradin, 2016). Por isso, é importante desenvolver e organizar planos e estratégias de conservação e preservação da Mata Atlântica, que abriga a espécie em estudo, bem como os demais biomas que compõem a flora brasileira.

O estudo fenológico das plantas é uma ferramenta fundamental para o manejo sustentável das florestas tropicais. O conhecimento das estratégias reprodutivas da espécie permite melhores estratégias de manejo e colheita para garantir populações viáveis, servindo também como indicador de sustentabilidade em florestas alteradas (Engel, 2001). Segundo Longhi (1984), a fenologia é a observação de fenômenos biológicos recorrentes, como brotação, floração, frutificação e queda de folhas. O ciclo vegetativo e reprodutivo, expresso pelo aparecimento, crescimento, transformação e desaparecimento dos diversos órgãos vegetais, está relacionado às características individuais de cada espécie; esses eventos variam ao longo do ano, de acordo com a presença e intensidade dos fenômenos meteorológicos, principalmente a radiação.

Os impactos das atividades humanas no clima também podem afetar a distribuição das correções na Mata Atlântica. Uma simulação com modelagem de nicho indicou que o aquecimento global pode reduzir em 50% a área de ocorrência de várias espécies típicas desse domínio, o que faria com que essas espécies se deslocassem para o sul do Brasil (Colombo; Joly, 2010; Ferraz *et al.*, 1999). Logo, o manejo efetivo da biodiversidade e particularmente o manejo para a proteção de espécies e manutenção de processos ecossistêmicos dependem de dados de boa qualidade coletados *in situ*, em escala adequada para o planejamento e a implementação de ações práticas no campo. Essas iniciativas são importantes para planejar estratégias para a conservação e restauração da paisagem em escalas regionais (Cunha; Guedes, 2013).

Esta pesquisa é importante devido às poucas informações existentes sobre as características fenológicas da espécie *V. quercifolia* abordando sua localização. O levantamento considerou um fragmento de floresta semidecídua no município de Botucatu, estado de São Paulo (SP), Brasil. O relevo da cuesta nessa região influencia a distribuição e seleção de espécies da flora (Cunha; Martins, 2009).

Para garantir o uso de espécies nativas em programas de recomposição ambiental ou arborização, é preciso investir em conhecimento de manejos que visem ao aumento de produtividade e qualidade dessas espécies, o que pode ser um fator limitante para o uso de forma mais intensa. Nesta pesquisa foi analisada a fenologia vegetativa e reprodutiva de exemplares de *V. quercifolia* da Fazenda Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Botucatu, estado de São Paulo (SP), associando essas características à influência de eventos climáticos específicos para essa região.

Nas próximas seções deste artigo, encontram-se o referencial teórico, que possibilita fundamentar, dar consistência ao estudo, apresentando um embasamento da literatura já publicada (seção 2). Na seção 3, constam os materiais e métodos utilizados neste estudo, o delineamento utilizado, amostra e procedimentos para a coleta de dados bem como o plano para a análise. Na seção 4, os resultados e as discussões são apresentados com a interpretação de dados, trazendo referências que corroboram os resultados encontrados para esta pesquisa. Por fim, a seção 5 indica as conclusões deste trabalho, apontando possibilidades de trabalhos futuros.

2 Referencial teórico

A espécie *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hill. (mamãozinho-do-mato), pertencente à família Caricaceae, é uma planta nativa do Brasil, apresentando registros de ocorrência natural nos estados de Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo mais presente em regiões de maior altitude, principalmente

nos estados da Região Sul, crescendo preferencialmente em beira de córregos, várzeas e encostas úmidas, sendo pouco frequente no interior das matas sombrias (Brack *et al.*, 2011).

Essa espécie caracteriza-se como caducifólia, dioica, heliófila de hábito arbóreo, podendo atingir porte de 4 a 8 metros de altura, sendo uma espécie pioneira. Apresenta copa rala e irregular, tronco engrossado na base e marcado por cicatrizes foliares. O diâmetro de seu tronco chega a 25 cm. Suas folhas são simples alternas, alongadas, lobadas, de até 30 cm de comprimento por 15 cm de largura. As flores são unissexuais pentâmeras brancas (Lorenzi, 2008).

Seus frutos são fusiformes do tipo baga, com polpa carnosa e comestível, e apresentam coloração amarelo-alaranjada quando maduros; possuem em média de 2,0 cm a 6,0 cm de comprimento, contendo em média 29 sementes por fruto (Kinupp, 2007). As sementes maduras são de coloração marrom clara. Removendo-se a camada de mucilagem que as reveste, tornam-se espinescentes e têm, em média, 5,3 mm de comprimento polar e 2,8 mm de largura equatorial (Kinupp; Lorenzi, 2014).

A biodiversidade vegetal, componente essencial para o desenvolvimento sustentável, pode auxiliar na melhoria da qualidade de vida da população, além de colaborar para a redução da fome no mundo. Devido a isso, se faz importante elaborar e organizar planos e estratégias que visem à conservação e preservação dessa riqueza na flora brasileira (Vieira; Camillo; Coradin, 2016).

A fenologia é uma ciência que identifica os fenômenos de floração, frutificação, brotamento e queda de folhas, nas suas mais diferentes e intensas fases, objetivando o conhecimento do ciclo anual das espécies em estudo, o qual está diretamente relacionado às condições climáticas e ao caráter adaptativo de cada espécie em sua área de dispersão (Andreis *et al.*, 2005).

Para a maioria das espécies lenhosas, a semente é o principal meio de perpetuação. Por essa razão, o conhecimento sobre o seu comportamento fisiológico torna-se relevante para trabalhos silviculturais (Azerêdo, 2009). De acordo com Pinto (2015), a fenologia é uma ferramenta para compreender a biologia da espécie em seu habitat natural, fornecendo suporte científico para técnicas silviculturais. Viabiliza, ainda, planejamentos de manejo sustentável e contribui fortemente para a realização de projetos de restauração. Esse tipo de estudo também é importante para o entendimento da reprodução das plantas (Morellato, 2007).

A variação de condições ambientais, como luz, temperatura e umidade, exerce influência direta sobre as trocas gasosas das plantas; além disso, cada espécie possui características únicas que controlam sua taxa fotossintética (Esposti, 2013; Gonçalves; Silva; Guimarães, 2009).

O conhecimento dos processos evolutivos e ecológicos é necessário para o entendimento das adaptações das plantas. Os radicais superóxidos (O_2) podem ser produzidos em decorrência de diversas perturbações ambientais, como, por exemplo, excesso de luz, seca, temperaturas elevadas (Gill; Tuteja, 2010). Em áreas de transição tropical-subtropical, tais como a estudada nesta pesquisa, as variações no fotoperíodo, associadas com alterações concomitantes na temperatura, podem definitivamente desencadear respostas fisiológicas previsíveis e sistemáticas nas fenofases das espécies (Athayde *et al.*, 2009).

Dessa forma, a evolução dos processos metabólicos aeróbicos, como respiração e fotossíntese, inevitavelmente leva à produção de ROS – espécies reativas de oxigênio (Apel; Hirt, 2004). Fatores bióticos e abióticos também influenciam os níveis de ROS alterando a homeostase redox necessária para a regulação da bioatividade da planta (Lacerda; Mapeli, 2021).

O monitoramento das trocas, junto com as variações climáticas e fenofases permitem compreender como determinada espécie interage com os recursos ambientais disponíveis e a interferência desses recursos no desenvolvimento da planta (Pereira *et al.*, 1986).

3 Material e métodos

A pesquisa foi realizada nas dependências da Fazenda Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA)/UNESP, em Botucatu (SP), localizada nas coordenadas 22° 51' S de latitude e 48° 26' W de longitude e a 786 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima predominante na região é o Cfa, mesotérmico úmido, com temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C (Cunha; Martins, 2009).

Foi selecionada a espécie *V. quercifolia* para monitoramento fenológico, a qual foi devidamente identificada de acordo com as normas taxonômicas usuais (Mori *et al.*, 1989) e depositada no Herbário Irina Delanova Gemtchúnicov do Instituto de Biociências/UNESP, em Botucatu (SP), sob o código BOTU 33195.

Foi escolhida essa espécie devido a sua importância ecológica e seu potencial agrônômico. Ao longo de 25 meses (maio de 2017 a maio de 2019), foram observadas as seguintes fenofases (Koptur *et al.*, 1988; Morellato; Leitão-Filho, 1989): brotação – período entre o aparecimento de gemas foliares e a expansão de novas folhas; queda foliar – período de perda foliar e repouso vegetativo; floração – dividida em produção de botões florais e produção de flores; frutificação – presença e ausência de frutos.

O estudo incluiu visitas quinzenais ao local da pesquisa, para acompanhamento das fenofases vegetativas e reprodutivas de doze indivíduos da espécie; o período incluiu tempo seco e chuvoso. Foram analisados aspectos vegetativos e reprodutivos a cada visita, registrando-se o comportamento fisiológico natural das plantas.

Para as análises, foram utilizados métodos qualitativo e semiquantitativo de avaliação. O método qualitativo (Fournier, 1974; Bencke; Morellato, 2002) constituiu-se na observação direta de plantas, a partir da qual foi definida apenas a presença ou ausência da fenofase em questão, considerando-se o período marcado desde a manifestação de um evento biológico de um indivíduo até o momento em que o último indivíduo da amostra parou de manifestar tal evento. O método semiquantitativo foi o Índice de Fournier (Fournier, 1974), que permite estimar a intensidade da fenofase, a partir de observações visuais, em escala intervalar, atribuindo os valores 0 (ausência), 1 (até 25%), 2 (até 50%), 3 (até 75%) e 4 (até 100%).

Para estimar a sincronia, foi utilizado o índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos), que é o método mais simples para essas estimativas, considerando apenas a presença ou ausência da fenofase no indivíduo. Esse método de análise tem caráter quantitativo em nível populacional, indicando a porcentagem de indivíduos que manifestam determinado evento fenológico (Morellato, 2007).

Para analisar a sincronia populacional quanto às fenofases avaliadas, utilizou-se o método descrito em Bencke e Morellato (2002), que consideraram a seguinte proporção para indivíduos que manifestam determinado evento fenológico: < 20% assíncrono; 20% - 60% pouco síncrono; > 60% síncrono. O cálculo considerou o período de atividade máxima de cada fenofase.

Para verificar a correlação entre o desenvolvimento das fenofases e os fatores abióticos, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (ρ_s). A partir dessa correlação, foi analisada a interdependência dos eventos fisiológicos da planta e dos fatores climáticos. O coeficiente

de correlação pode variar de -1 a +1, sendo +1 a correlação positiva perfeita e -1 a correlação negativa perfeita para as variáveis.

Foram analisados os seguintes dados meteorológicos: pluviosidade (mm), temperatura (°C), umidade relativa (%) e radiação solar (MJ/m²). Esses dados foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP, em Botucatu (SP), que fica a aproximadamente 500 metros da área de estudo. Os dados obtidos diariamente são apresentados em médias mensais para melhor conformidade.

4 Resultados e discussão

A maior média de radiação solar (22,3 MJ/m²) no local de estudo ocorreu em janeiro de 2019, e a menor média (12,5 MJ/m²) em junho de 2017. A duração média do dia variou de 10 horas e 43 minutos, em junho, a 13 horas e 28 minutos, em dezembro. As temperaturas médias mensais mais baixa e mais alta durante o período experimental foram 17,3 °C em julho de 2017 e 25,2 °C em janeiro de 2019. A umidade relativa do ar média mensal variou de 48,4% (setembro de 2017) a 82,2% (outubro de 2019). Os meses com menor e maior precipitação média foram julho de 2017 (0,0 mm) e maio de 2017 (11,2 mm), respectivamente.

O cálculo do índice de atividade dos eventos fenológicos manifestados pelos indivíduos possibilitou a análise do sincronismo, indicando a proporção de indivíduos manifestando simultaneamente determinado evento fenológico. As espécies apresentaram alta sincronia (Tabela 1), independentemente da localização dos indivíduos no campo (sombra ou pleno sol).

Tabela 1 ▼

Sincronia de eventos fenológicos da espécie *V. quercifolia* (em porcentagem) na cidade de Botucatu, estado de São Paulo, Brasil, 2019.
Fonte: dados da pesquisa

Espécie	Brotação	Floração	Frutificação	Queda foliar	Repouso vegetativo
<i>V. quercifolia</i>	90,5%	83,3%	98,0%	91,7%	97,2%

Tabela 2 ▼

Correlação de Spearman entre fenofase e fatores climáticos para a espécie *V. quercifolia*. FCA/UNESP, Botucatu (SP), 2019.
Fonte: dados da pesquisa

O coeficiente de correlação de Spearman analisou a correlação entre fenofases e variações ambientais de umidade, temperatura média, precipitação pluviométrica e radiação global. A relação entre os fenômenos é positiva se, quando uma variável aumenta, a outra variável também aumenta. A relação é negativa se, quando uma variável aumenta, a outra diminui. Cohen (1988) considera valores entre 0,10 e 0,29 como baixos; entre 0,30 e 0,49 como médio; e entre 0,50 e 1 como altos.

As variáveis em estudo apresentaram valores de ρ_s diferentes para cada correlação (Tabela 2). Seguindo a classificação de Cohen (1988), destacou-se a alta correlação positiva entre frutificação e temperatura (0,734).

Fenofases	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	UR%	Precipitação(mm)	Radiação (MJ/m ²)
Brotação	0,22 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Floração	0,57**	0,42**	0,18 ^{ns}	0,40**	0,48**
Frutificação	0,68**	0,77**	0,44**	0,42**	0,53**
Queda foliar	0,20 ^{ns}	0,41**	0,31*	0,03 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Repouso vegetativo	-0,68**	-0,57**	-0,24 ^{ns}	-0,31*	-0,67**

* Significante em 5%; ** Significante em 1%; ns: não significante

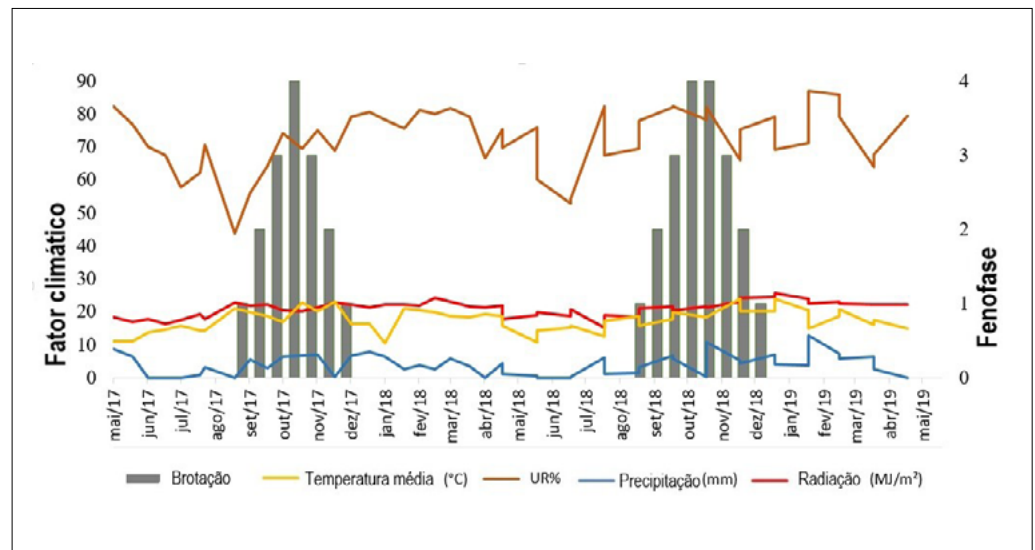
As variáveis correlacionaram-se positivamente com as fenofases – com exceção da brotação, que se correlacionou baixa e negativamente com temperatura mínima e umidade relativa do ar, e repouso vegetativo, que se correlacionou negativamente com todos os fatores climáticos. A temperatura e a radiação foram as variáveis que mais afetaram o repouso vegetativo. Esses resultados indicam que altas temperaturas reduzem a brotação e que o repouso vegetativo ocorre no período de menor radiação.

A escala intervalar que indica o percentual de intensidade de Fournier apresentou picos elevados quando determinada fenofase ocorreu de forma mais intensa na população, enfatizando a produção estimada de flores, frutos, folhas ou botões. Diagramas com a correlação entre dados fenológicos e dados climáticos permitiram melhor visualização da duração de cada evento fenológico da espécie.

Em relação ao ciclo fenológico da espécie *V. quercifolia*, a brotação (Figura 1) iniciou em setembro e se estendeu até o final de dezembro. O pico dessa fenofase ocorreu em outubro, diminuindo em novembro com o aumento da radiação e da temperatura média. Essa fenofase se correlacionou negativamente com a temperatura média e de forma moderadamente positiva com a radiação, o que significa que quanto maior a radiação, maior a taxa de brotação.

Figura 1 ▶

Representação gráfica da correlação entre a fenofase de brotação da espécie *V. quercifolia* A. St.-Hil. (Caricaceae) e os fatores abióticos radiação (MJ/m²), temperatura (°C), umidade relativa (%) e pluviosidade (mm). Botucatu (SP), 2019.
Fonte: dados da pesquisa

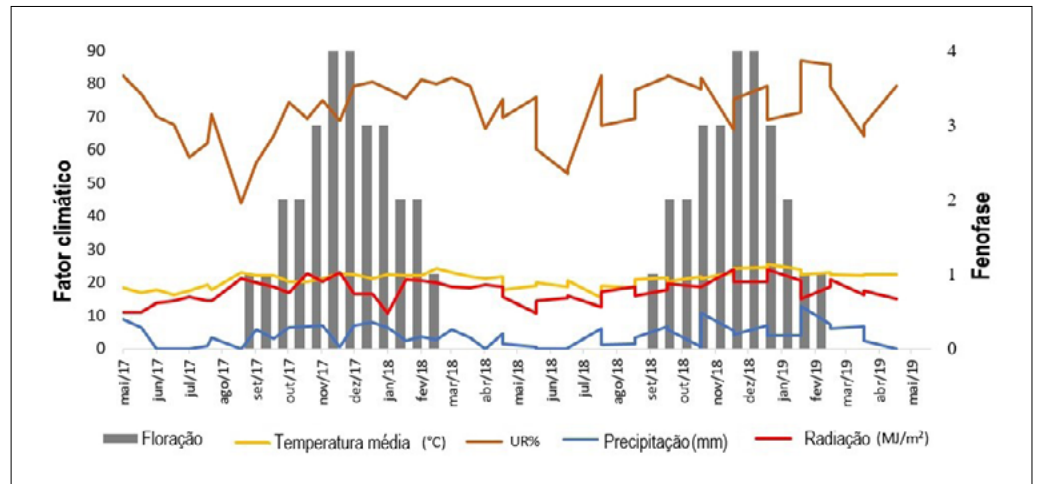


A radiação solar fornece a energia necessária para a fotossíntese, afetando a produção de carboidratos e, conseqüentemente, a biomassa vegetal. A fotossíntese também responde à temperatura do ar, que afeta a taxa de reações metabólicas nas plantas, regulando seu crescimento e desenvolvimento. O aumento da temperatura aumenta a taxa fotossintética, embora temperaturas muito altas revertam essa relação (Monteiro, 2009).

Em geral, a fenofase de brotação teve baixa correlação com as variáveis meteorológicas. Para Milani (2013), a presença de folhas representa a necessidade de a planta realizar a fotossíntese. A floração (Figura 2) começou em setembro e continuou até fevereiro, com pico em novembro e dezembro. Os meses de dezembro e janeiro foram responsáveis pelos maiores valores de radiação e temperatura.

Figura 2 ►

Representação gráfica da correlação entre a fenofase de floração da espécie *V. quercifolia* A. St.-Hil. (Caricaceae) e os fatores abióticos radiação (MJ/m²), temperatura (°C), umidade relativa (%) e pluviosidade (mm). Botucatu (SP), 2019.
Fonte: dados da pesquisa

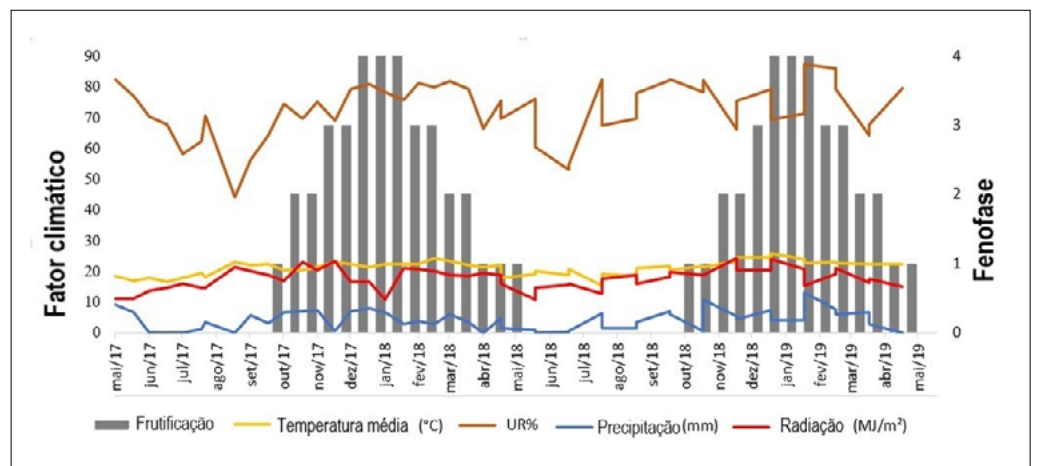


Silva *et al.* (2019) encontraram resultado semelhante em *Schinus terebinthifolius*, espécie nativa da Mata Atlântica. De acordo com a correlação de Spearman, o pico de floração da espécie correlacionou-se positivamente com a precipitação média e a temperatura média. A floração pode ter sido induzida, no entanto, pelas temperaturas amenas que antecederam o início da fenofase. Segundo Coradin, Siminski e Reis (2011), a espécie *V. quercifolia* floresce de outubro a janeiro, na Região Sul do Brasil.

Algumas espécies são muito sensíveis ao fotoperíodo e precisam de dias curtos para florescer. O exemplo das frutíferas de clima temperado mostra que outro fator que afeta muito algumas espécies é a temperatura. Essas plantas precisam de um acúmulo de horas frias com temperaturas abaixo de seus valores críticos para iniciar a floração quando as temperaturas aumentam (Pes; Arenhardt, 2015). No presente estudo, a frutificação teve início em outubro, com os últimos frutos maduros surgindo em maio. O pico dessa fenofase ocorreu entre dezembro e fevereiro (Figura 3).

Figura 3 ►

Representação gráfica da correlação entre a fenofase de frutificação da espécie *V. quercifolia* A. St.-Hil. (Caricaceae) e os fatores abióticos radiação (MJ/m²), temperatura (°C), umidade relativa (%) e pluviosidade (mm). Botucatu (SP), 2019.
Fonte: dados da pesquisa



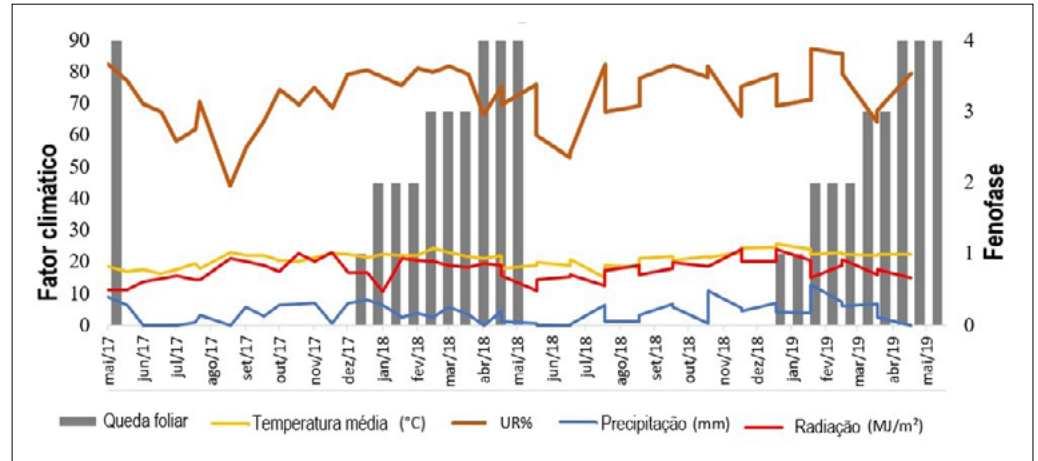
A transição do desenvolvimento vegetativo para o reprodutivo (floração) envolve grandes mudanças na morfogênese e diferenciação celular. Para Lorenzi (2008), o amadurecimento dos frutos de *V. quercifolia* no Rio Grande do Sul (RS) ocorre em fevereiro. No estudo de Pissatto (2015), em Santa Maria (RS), o pico de frutificação ocorreu de fevereiro a abril. As correlações entre frutificação e variáveis meteorológicas indicaram que essa fenofase está fortemente relacionada ao aumento da temperatura, ao aumento da radiação e à estação chuvosa.

Os resultados dos estudos acima descritos corroboram as conclusões de Pajewski (2019) em estudo realizado com *Miconia cinerascens*, de maio de 2017 a abril de 2018, na Reserva Natural Salto Morato, remanescente contínuo de Mata Atlântica brasileira, no município de Guaraqueçaba, Paraná. Em seu estudo, a frutificação também ocorreu no período de maior pluviosidade.

A queda das folhas (Figura 4) começa em dezembro, aumentando com a diminuição da radiação e da temperatura. A perda total de folhas ocorre no início de junho. A perda de folhas ocorre naturalmente, à medida que as folhas envelhecem e sofrem alterações ambientais, principalmente baixas temperaturas e estresse hídrico.

Figura 4 ►

Representação gráfica da correlação entre a fenofase de queda foliar da espécie *V. quercifolia* A. St.-Hil. (Caricaceae) e os fatores abióticos radiação (MJ/m²), temperatura (°C), umidade relativa (%) e pluviosidade (mm). Botucatu (SP), 2019.
Fonte: dados da pesquisa



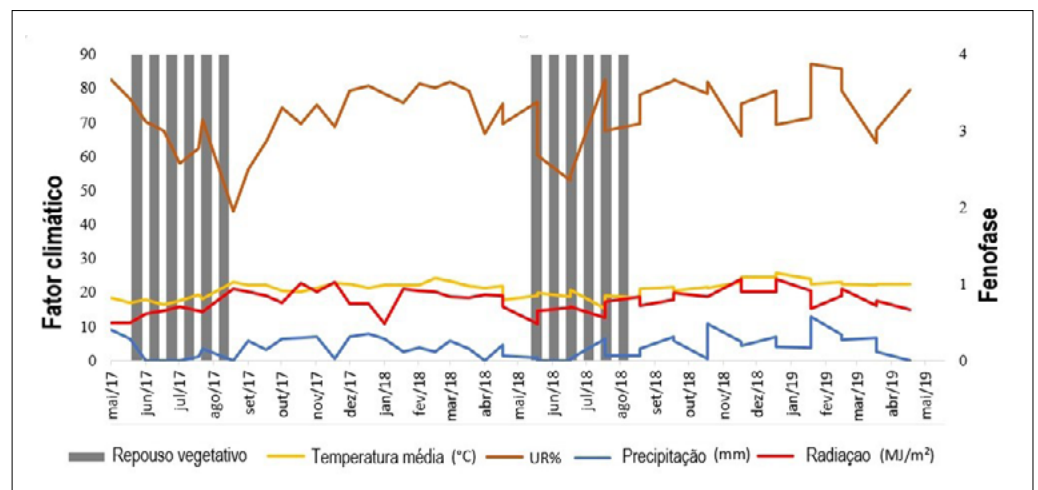
Um fator que interfere no equilíbrio hormonal também pode acelerar a desfolha. Para Larcher (2006), a queda foliar está relacionada à diminuição dos níveis de auxina e aumento dos níveis de etileno na lâmina foliar, alterações que enfraquecem mecanicamente a região de abscisão.

Quanto mais tempo as folhas verdes permanecem nas plantas, maior a fotossíntese e maior o acúmulo de reservas, levando a maior produtividade. O primeiro sintoma da queda foliar é o amarelecimento das folhas, devido à degradação da clorofila, com consequente perda da capacidade fotossintética (Pes; Arenhardt, 2015).

O repouso vegetativo da espécie *V. quercifolia* ocorre do início de junho até o final de agosto (Figura 5), coincidindo com o período de menor radiação, temperatura e precipitação.

Figura 5 ►

Representação gráfica da correlação entre a fenofase de repouso vegetativo da espécie *V. quercifolia* A. St.-Hil. (Caricaceae) e os fatores abióticos radiação (MJ/m²), temperatura (°C), umidade relativa (%) e pluviosidade (mm). Botucatu (SP), 2019.
Fonte: dados da pesquisa



O repouso vegetativo é a fase de menor atividade metabólica, quando as árvores de folha caduca perdem completamente suas folhas. Essa fase se inicia a partir da queda total das folhas e se estende até a brotação. Esses períodos são sucessivos, interdependentes; o desenvolvimento de um depende do desenvolvimento do outro (Mandelli, 2002).

Durante o repouso vegetativo ocorrem mudanças qualitativas e quantitativas nos reguladores de crescimento e metabolismo das plantas, o que resulta em maior resistência ao frio. Uma certa quantidade de frio é necessária para que a planta deixe o repouso, restaurando a capacidade dos botões de brotarem novamente.

Em baixas temperaturas insuficientes, a maioria dos botões permanece em repouso; os botões terminais apresentam brotação desigual. Os botões florais se abrem isoladamente, de modo que frutos, flores e botões dormentes ocorrem concomitantemente na planta (Carvalho, 2002). Assim, a caracterização dos estádios fenológicos das diferentes espécies é importante para o estudo da dinâmica populacional e da comunidade vegetal (Morellato, 2007; Ortolani; Camargo, 1987). Mudanças na temperatura podem influenciar a fisiologia da planta. As altas temperaturas diminuem a condutância estomática e, conseqüentemente, reduzem a fotossíntese e o crescimento das plantas. Essas temperaturas também afetam a produção de metabólitos secundários; no fotossistema II, altas temperaturas diminuem a eficiência fotoquímica, levando ao estresse da planta (Verma; Sukla, 2015).

5 Conclusão

As fenofases da espécie *V. quercifolia* são correlacionadas com os fatores climáticos em estudo, destacando-se a influência da radiação e da temperatura. Todas as fenofases apresentaram alta sincronia, com os eventos fenológicos na espécie ocorrendo simultaneamente durante a maior parte do ciclo. O frio do inverno é necessário para quebrar a dormência das gemas, para que, conseqüentemente, ocorra a brotação. A partir dos resultados desta pesquisa, é possível elaborar planos de manejo e multiplicação da espécie.

Estudos agronômicos, ecológicos, químicos e nutricionais são importantes para fortalecer o uso de espécies nativas com potencial econômico. Esses estudos também podem contribuir para a preservação de seus habitats, manutenção da variabilidade genética e conservação da agrobiodiversidade. Considerando o período de frutificação da espécie bem como o tempo de permanência dessa fase, é possível planejar a coleta de sementes, para a propagação da espécie e para a realização de diversos testes, incluindo sua compatibilidade como porta-enxerto resistente para espécies da mesma família, de valor comercial, como o mamoeiro *Carica papaya*.

Os trabalhos futuros a serem realizados com essa espécie são estudos de propagação sexuada e assexuada, estudo de correlação entre trocas gasosas e comportamento fisiológico e bioquímico em cada fenofase e caracterização físico-química e nutritiva do fruto.

Financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Número do financiamento: 88882.433044/2019-01.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ANDREIS, C.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; MACHADO, A. A.; VACCARO, S.; CASSAL, C. Z. Estudos fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 55-63, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000100007>.

APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**, v. 55, n. 1, p. 373-399, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ARPLANT.55.031903.141701>.

ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EISINGER, S. M. Fenologia de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 43-51, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1050>. Acesso em: 27 out. 2022.

AZERÊDO, G. A. **Qualidade fisiológica de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth.** 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/105250>. Acesso em: 27 out. 2022.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200012>.

BIONDO, E.; CEMIN, P.; SIMIONI, C.; KOLCHINSKI, E.; SANT’ANNA, V.; ZAMBIASI, I. Caracterização citogenética e ecológica de populações de mamãozinho-do-mato (*Vasconcellea quercifolia* A. St. Hill. – Caricaceae) uma planta alimentícia não convencional pouco explorada. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/14558>. Acesso em: 27 out. 2022.

BRACK, P.; GRINGS, M.; KINUPP, V.; LISBOA, G.; BARROS, I. **Espécies arbóreas de uso estratégico para a agricultura familiar.** Rio Grande do Sul: UFRGS, 2011. 38 p. Disponível em: https://issuu.com/joaanschau/docs/especies_arboreas_de_uso_estrategic. Acesso em: 8 out 2022.

CARVALHO, R. I. N. Dinâmica da dormência e do conteúdo de carboidratos e proteínas em gemas vegetativas e ramos de um e dois anos de macieira com ou sem frio suplementar. **Scientia Agraria**, v. 3, n. 1-2, p. 113-132, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v3i1.1056>.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1988. 400 p.

COLOMBO, A. F.; JOLY, C. A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3 (suppl.), p. 697-708, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842010000400002>.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**. Plantas para o futuro - Região Sul. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 934 p. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 8 out. 2022.

CUNHA, A. A.; GUEDES, F. B. (coord.). **Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica**: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2013. 216 p. (Série Biodiversidade, 49). Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/biomas/arquivos-biomas/estrategia-espacial-livro_-biodiversidade-49.pdf Acesso em: 8 out. 2022.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2009v14n1p1-11>.

ENGEL, V. L. **Estudo fenológico de espécies arbóreas de uma floresta tropical em Linhares, ES**. 2001. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001. DOI: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2001.206710>.

ESPOSTI, M. S. O. D. **Estresse hídrico em duas espécies arbóreas de diferentes estágios sucessionais**. 2013. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2013. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-recursosnaturais/wp-content/uploads/sites/7/2013/10/Maria-Stela-de-Oliveira-Degli-Esposti.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000200013>.

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

GILL, S. S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, n. 12, p. 909-930, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016>.

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E. M.; GUIMARÃES, D. G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 8-14, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100002>.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. 562 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12870>. Acesso em: 2 nov. 2022.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa: Plantarum, 2014. 768 p.

KOPTUR, S.; HABER, W. A.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forests of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 4, n. 4, p. 347-359, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467400002984>.

LACERDA, V. O ; MAPELI, A. M. Efeitos da sazonalidade sobre a fenologia e a fisiologia de *Parkia platycephala* Benth (Fabaceae, Caesalpinioideae) em área de Cerrado. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1344-1363, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509839111>.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

LONGHI, S. J. Fenologia de algumas espécies florestais e ornamentais. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 14, n. 3-4, p. 231-240, 1984. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revccr/article/view/73086>. Acesso em: 27 out. 2022.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha”**. 2002. 174 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1572>. Acesso em: 27 out. 2022.

MILANI, J. E. F. **Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila mista aluvial – Araucária, PR**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/31915>. Acesso em: 27 out. 2022.

MONTEIRO, J. E. B. A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. 530 p. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355291/37056285/Bases+climatológicas_G.R.CUNHA_Livro_Agrometeorologia+dos+cultivos.pdf/13d616f5-cbd1-7261-b157-351eaa31188d. Acesso em: 27 out. 2022.

MORELLATO, L. P. C. A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. (org.). **Fenologia**: Ferramenta para Conservação, Melhoramento e Manejo de Recursos Vegetais Arbóreos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. v. 1, p. 37-48. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/314067/1/EmbrapaFlorestas-2007-Fenologia.pdf#page=31>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 1, p. 163-173, 1989. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292238640_Estrategias_fenologicas_de_especies_arboreas_em_floresta_de_altitude_na_Serra_do_Japi_Jundiai_Sao_Paulo. Acesso em: 19 mar. 2024.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2. ed. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau, 1989.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 349 p.

PAJEWSKI, F. F. **Fenologia de espécies lenhosas da floresta ombrófila densa submontana, Guaraqueçaba – PR**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/61203>. Acesso em: 27 out. 2022.

PEREIRA, J. S.; TENHUNEN, J. D.; LANGE, O. L.; BEYSCHLAG, W.; MEYER, A.; DAVID, M. M. Seasonal and diurnal patterns in leaf gas exchange of *Eucalyptus globulus* trees growing in Portugal. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 16, n. 2, p. 177-184, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1139/x86-033>.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia Vegetal**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2015. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/09_fisiologia_vegetal.pdf. Acesso em: 27 out. 2022.

PINTO, A. M. **Fenologia reprodutiva de espécies florestais nativas com potencial oleaginoso na Amazônia Central**. 2015. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100625>. Acesso em: 27 out. 2022.

PISSATTO, M. **Comportamento germinativo das sementes de *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. (Caricaceae)**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4896>. Acesso em: 27 out. 2022.

QUEVEDO, D. **Métodos de superação de dormência em sementes de jaracatiá (*Vasconcellea quercifolia*)**. 2014. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2014. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/526>. Acesso em: 27 out. 2022.

SILVA, M. P. K. L.; ROVEDDER, A. P. M.; HUMMEL, R. B.; PIAIA, B. B.; TOSO, L. D.; FELKER, R. M.; PECCATTI, A.; MATIELLO, J. Desenvolvimento inicial e fenologia em núcleos de restauração no bioma Mata Atlântica, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, e5612, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i1a5612>.

VERMA, N.; SHUKLA, S. Impacto of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 2, n. 4, p. 105-113, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.09.002>.

VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Centro Oeste**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, 2016. (Série Biodiversidade, 44). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1073295/especies-nativas-da-flora-brasileira-de-valor-economico-atual-ou-potencial-plantas-para-o-futuro-regiao-centro-oeste>. Acesso em: 8 out. 2022.