

Influência climática e sazonalidade da fenologia reprodutiva de *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae) em cerrado

Patrícia Oliveira da Silva¹ , Sabrina Emanuella da Silva Almeida² ,
Thaís Cristina Sousa Oliveira² , Gisele Cristina de Oliveira Menino³ 
& Rauander Douglas Ferreira Barros Alves⁴ 

¹ Instituto Federal Goiano, Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias-Agronomia, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil.
patriciasilvaifgoiano@gmail.com

² Instituto Federal Goiano, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil.

³ Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia e Biodiversidade, Goiânia, Goiás, Brasil.

Recebido em 15.IV.2019

Aceito em 9.IX.2019

DOI 10.21826/2446-82312019v74e2019013

RESUMO - A reprodução das espécies do cerrado apresenta variação em função das condições climáticas. Este estudo descreve a fenologia reprodutiva de *Qualea parviflora* em cerrado, localizado na Fazenda Fontes do Saber (17°47'12"S e 50°57'48"W), Rio Verde, Goiás, onde 11 indivíduos foram acompanhados entre julho de 2016 e junho de 2018 para registro das intensidade botão floral, antese, fruto imaturo e maduro. As avaliações consistiram em intensidade, sazonalidade e correlação das fenofases com as variáveis climáticas. Os botões florais e flores ocorreram durante as chuvas, os frutos imaturos no período chuvoso e seco, e a maturação na seca. Em termos de sazonalidade, todos os eventos foram sazonais, exceto frutos imaturos. Já para as correlações, apenas o evento de botão floral apresentou correlações fortes e significativas com variações pluviométricas e térmicas da área de estudo.

Palavras-chaves: estatística, reprodução, fenologia, pau-terra

ABSTRACT - Climatic influence and seasonality of the reproductive phenology of *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae) in cerrado. The reproduction of cerrado species varies according to climatic conditions. This study describes the reproductive phenology of *Qualea parviflora* in cerrado, located at Fazenda Fontes do Saber (17°47'12"S and 50°57'48"W), Rio Verde, Goiás, where 11 individuals were followed between July 2016 and June 2018 to register the intensity of flower bud, anthesis, immature and mature fruits. The evaluations consisted of intensity, seasonality and correlation of the phenophases with the climatic variables. Flower buds and flowers occurred during the rainy season, immature fruits in the rainy and dry period, and maturation in the dry season. All events were seasonal, except for immature fruits. In terms of correlations, only the events of flower buds had strong and significant correlations with rainfall and thermal variations of the study area.

Keywords: statistic, reproduction, phenology, pau-terra

INTRODUÇÃO

Qualea parviflora Mart., representante da família Vochysiaceae, é uma árvore comum da savana brasileira (Mazzolin *et al.* 2010) que ocorre em suas principais fitofisionomias como cerrado, cerrado *sensu stricto* e campos. Apresenta hábito arbóreo com altura média de seis metros, podendo atingir até 15 metros. De acordo com estudos etnofarmacológicos, o chá da sua casca crua ou em pó apresenta propriedades anti-sépticas, anti-inflamatórias, cicatrizantes e adstringentes (Mazzolin *et al.* 2010). Além disso, esta espécie consegue acumular em seus tecidos o alumínio (Haridasan 1982), característica importante para o estabelecimento em solos como os do cerrado ricos neste elemento. Apesar de ser uma espécie importante, sua fenologia reprodutiva é pouco conhecida. Conhecer a

fenologia das espécies é importante para o controle sobre os fluxos globais de energia, água e carbono dos ecossistemas terrestres (Dennis *et al.* 2001), pois é um indicador útil da resposta do ecossistema às mudanças climáticas (Andrew *et al.* 2013), principalmente para a savana brasileira que é a mais rica em diversidade do mundo (Carvalho *et al.* 2016), e um dos *hotspots* mundiais para a conservação dessa biodiversidade (Myers *et al.* 2000).

Evidências crescentes da importância fundamental do tempo sazonal para crescimento e desempenho tem inspirado pesquisas em agronomia, ecologia e ciências ambientais para elucidar e modelar controles ambientais sobre a fenologia e prever como ela responde a mudanças do clima, pois o tempo dos estágios de desenvolvimento é de fato amplamente dependente de fatores ambientais (Chuine & Regnier 2017). Entretanto, os ciclos fenológicos das

plantas tropicais são complexos, apresentam padrões irregulares de difícil reconhecimento, principalmente em estudos de curto prazo (Bencke & Morellato 2002), com isso, são poucos os estudos que consideram a fenologia em nível de espécie (Valentini *et al.* 2013). Dessa forma, é extremamente necessário o desenvolvimento de estudos dessa natureza no cerrado, buscando entender como as condições climáticas atuais regulam a reprodução das plantas a nível populacional, o que leva a compreender também de que forma essas alterações podem prejudicar a fenologia das mesmas.

Ferreira *et al.* (2017) estudaram a fenologia reprodutiva de *Q. parviflora* em cerrado *sensu stricto* localizado no Mato Grosso do Sul, entretanto, não há estudos que descrevam sua reprodução em fisionomia cerradão e nem mesmo no Estado de Goiás. Segundo Piña-Rodrigues & Piratelli (1993) o ciclo fenológico das espécies do cerrado pode apresentar variações de acordo com a região e as condições climáticas de cada local. Diante do exposto, com este estudo buscou-se descrever o comportamento fenológico reprodutivo de *Q. parviflora* em fisionomia cerradão, município de Rio Verde, Estado de Goiás, bem como avaliar se as fenofases da espécie se correlacionam com os dados climáticos da região e verificar se tais eventos são sazonais.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em remanescente de cerrado localizado na Fazenda Fontes do Saber, da Universidade de Rio Verde (17°47'12"S e 50°57'48"W), município de Rio Verde, Sudoeste do Estado de Goiás, Brasil. Segundo a classificação de Köppen (1928), a região que compreende este estudo apresenta clima do tipo Aw (tropical típico), alternadamente úmido (de outubro a abril) e seco (de maio a setembro), climas dessa categoria incluem temperatura média do mês mais frio acima de 18 °C e precipitação pluviométrica inferior a 2.000 mm por ano. A área de estudo possui aproximadamente 40 hectares e é composta por duas fisionomias, cerrado *sensu stricto* e cerradão. Entretanto, o acompanhamento fenológico foi realizado com indivíduos apenas do cerradão. Carvalho *et al.* (2016) define o cerradão como uma "floresta mesófila esclerófila", que se caracteriza por um sub-bosque formado por pequenos arbustos e ervas, com poucas gramíneas e esse ecossistema é composto pela presença preferencial de espécies que ocorrem no cerrado *sensu stricto* e também por espécies de florestas, particularmente, as de Mata Seca Semidecídua e de Mata de Galeria não-inundável.

O acompanhamento fenológico foi realizado em 11 indivíduos de *Q. parviflora*. O número de amostras é considerado baixo, entretanto, todos os indivíduos adultos encontrados na fisionomia cerradão foram incluídos neste estudo. Mesmo assim, o número utilizado está de acordo

com o recomendando por Fournier & Charpantier (1975) que sugerem no mínimo 10 indivíduos por espécie como forma de amostragem. As plantas foram marcadas com placas de alumínio numeradas sequencialmente. Tais observações ocorreram mensalmente durante dois anos, tendo início em julho de 2016 e termino em junho de 2018 (julho de 2016 a junho de 2017 corresponde ao primeiro ano de avaliação enquanto julho de 2017 a junho de 2018, ao segundo ano) e em cada visita registrava-se as fenofases reprodutivas: botão floral, flor aberta (antese), fruto imaturo e maduro (fruto aberto e seco).

Para avaliar a intensidade dos eventos utilizou-se o percentual de Fournier (1974), que permite o cálculo mensal por meio do somatório dos valores individuais das categorias de intensidade de todos os indivíduos em cada fenofase. Assim, permitindo avaliar individualmente cada fenofase, utilizando uma escala composta por cinco categorias 0 = ausência do evento fenológico; 1 = presença do evento fenológico equivalente entre 1% e 25%; 2 = presença do evento fenológico equivalente entre 26% e 50%; 3 = presença do evento fenológico equivalente entre 51% e 75%; e 4 = presença do evento fenológico equivalente entre 76% e 100%. Estes dados foram utilizados para calcular o índice de intensidade de cada fenofase em cada mês, de acordo com a fórmula proposta por Fournier (1974): $[(\sum i)/(4N)^{-1}]100$. Em que: $\sum i$: soma dos índices de intensidade de cada árvore amostrada; e N: número de árvores amostradas. Os resultados dessa análise foram representados em forma de histogramas circulares elaborados por meio do *Software* Oriana 4.1 (Kovach Computing Services, Ilha de Anglesey, Reino Unido) para cada evento em cada ano de observação.

O coeficiente de correlação de Spearman (Zar 1999) foi utilizado para verificar se há dependência entre os eventos fenológicos reprodutivos e as variáveis climáticas (precipitação, temperatura máxima, média e mínima) da área de estudo. Os dados climáticos mensais foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) e a correlação foi calculada por meio do *software* BioEstat 5.0.

Com intuito de avaliar a sazonalidade dos eventos reprodutivos de *Q. parviflora*, através dos dados de presença e ausência de cada fenofase e por meio da estatística circular (Morellato *et al.* 2010), foram calculados o ângulo médio e o comprimento do vetor *r* (medida da concentração da fenofase em torno do ângulo médio variando de zero a um, em que zero indica uniformidade total das observações e um indica a concentração total das observações ao redor do ângulo médio). O teste de Rayleigh (Zar 1999) foi utilizado para determinar se os ângulos estão distribuídos uniformemente ao longo do ano, pois se os dados estiverem distribuídos de forma contínua, não há sazonalidade (Morellato *et al.* 2010). A análise circular foi realizada usando *Software* Oriana 4.1.

RESULTADOS

Durante o acompanhamento fenológico, a região de estudo apresentou as seguintes condições: temperatura mínima entre 15 e 19,3°C e a máxima entre 27,8 e 30,6°C. As temperaturas mais elevadas foram registradas meses antes de iniciar a estação das chuvas (transição do período seco para o chuvoso), sendo agosto e setembro com 30,6°C, já os meses mais frios foram junho e julho com 15°C. Em termos de precipitação, os meses mais chuvosos foram novembro e fevereiro, com pluviosidades superiores a 230 mm, enquanto os meses mais secos foram junho e julho com 0,0 mm (INMET 2019). As maiores pluviosidades se concentraram entre outubro e março e as menores entre abril e setembro, estando de acordo a classificação climática proposta por Köppen (1928) para a região.

O evento de botão floral de *Q. parviflora* apresentou variação em termos de duração entre os anos de avaliação, ocorrendo de setembro a abril para o primeiro e de setembro a dezembro para o segundo ano (Fig. 1A e 1B). Mesmo havendo durações diferentes, o evento foi registrado no período chuvoso e a maior intensidade para ambos os anos ocorreu em novembro. A tabela 1 mostra que as correlações encontradas foram positivas e significativas com todas as variáveis climáticas, com exceção da temperatura máxima. De acordo com a estatística circular, a data média de concentração da fenofase corresponde ao mês de novembro. O teste de Rayleigh comprovou sazonalidade elevada desta fenofase somente para o segundo ano de estudo, quando o comprimento do vetor r foi próximo a 1 (Tab. 2).

Como consequência da variação encontrada na fenofase de botão floral, o evento de antese também apresentou diferenças quanto a duração e ocorrência, embora a manifestação do evento também tenha ocorrido na época chuvosa (Fig. 1C e 1D), mas sempre em baixas intensidades, pois as fenofases supracitadas não atingiram 40%. Para o primeiro ano de estudo, o evento se manifestou entre novembro e abril com maior intensidade em dezembro, já para o segundo ano, de janeiro a abril com pico em fevereiro. O evento apresentou correlação expressiva com a precipitação, no entanto, não foi significativa (Tab. 1). E de acordo com a estatística circular, a data média aponta para o primeiro ano, concentração da fenofase em janeiro, enquanto para o segundo, em março. O comprimento do vetor r foi próximo a 1 indicando elevada sazonalidade para antese em ambos os anos de observação, sendo significativo pelo teste de Rayleigh (Tab. 2).

A produção de frutos imaturos de *Q. parviflora* foi o evento que apresentou menor variação de um ano para o outro. A ocorrência se deu tanto na estação chuvosa quanto seca, embora as maiores concentrações foram registradas na transição do período chuvoso para o seco e na estação seca (Fig. 2A e 2B). O evento apresentou correlação expressiva com a precipitação, entretanto não foi significativa (Tab. 1). De acordo com a estatística circular, a data média aponta concentração da fenofase entre maio e junho. O teste de Rayleigh foi significativo, mas o comprimento do vetor r foi muito baixo, ou seja, próximo à uniformidade de distribuição das frequências (Tab. 2).

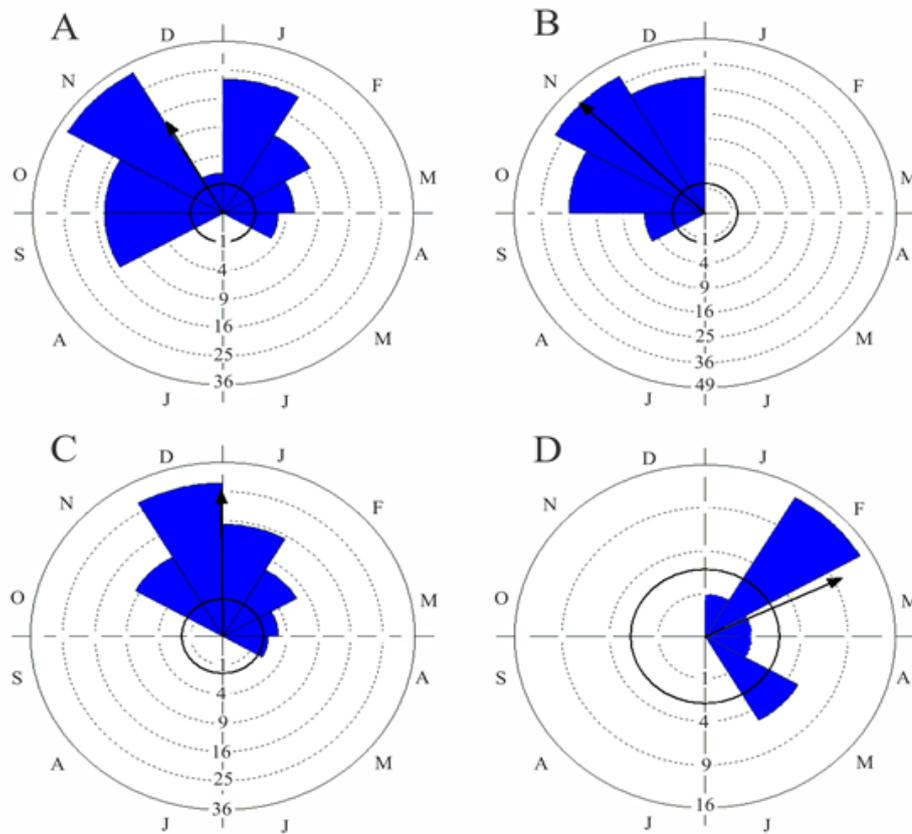
Tabela 1. Correlação entre os fatores climáticos e a intensidade dos eventos fenológicos reprodutivos de *Qualea parviflora* Mart. em cerradão, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

Fenofases	Precipitação (mm)	T. máxima °C	T. mínima °C	T. média °C
Botão	0,61*	0,02	0,40*	0,51*
Antese	0,35	-0,01	0,11	0,17
Fruto imaturo	-0,37	-0,01	-0,40	-0,09
Fruto maduro	-0,33	-0,09	-0,04	-0,29

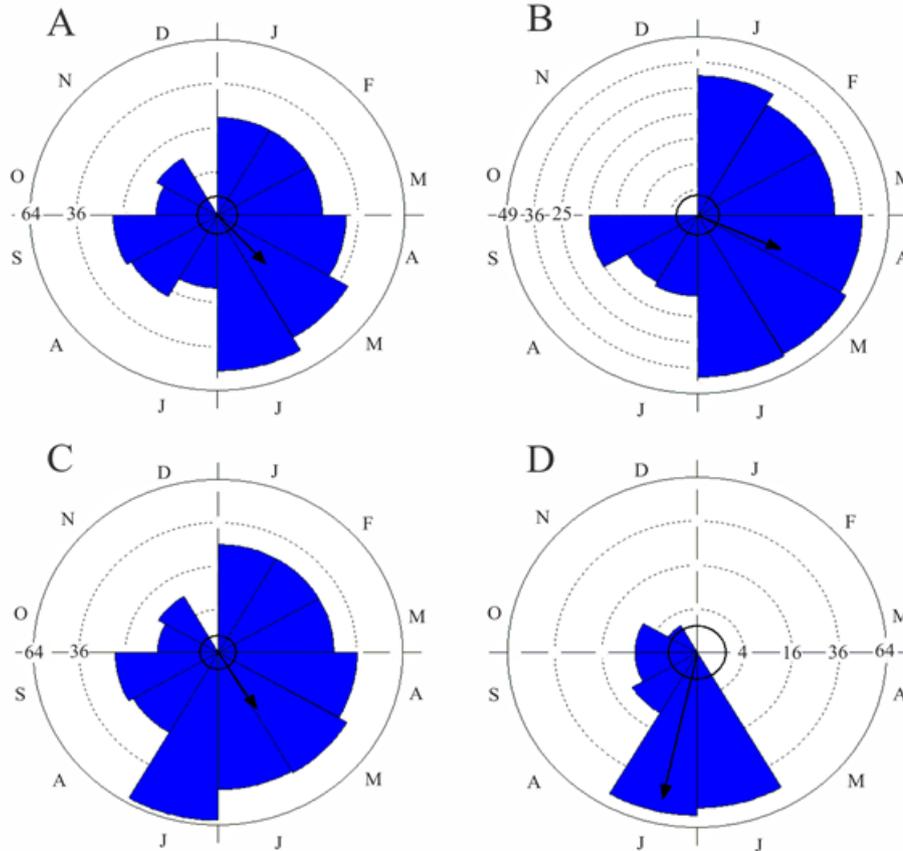
Nota: * significativo a 0,05% de probabilidade.

Tabela 2. Estatística circular dos eventos fenológicos reprodutivos de *Qualea parviflora* Mart. em cerradão, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

Fenofase 1º ano	Ângulo Médio do vetor	Desvio Padrão circular	Comprimento médio do vetor	Teste Rayleigh (p)
Botão	342,3	59,9	0,57	<0,001
Antese	11	36,9	0,81	<0,001
Fruto imaturo	150,7	79,7	0,37	<0,001
Fruto Maduro	160,1	79,1	0,38	<0,001
Fenofase 2º ano	Ângulo Médio do vetor	Desvio Padrão circular	Comprimento médio do vetor	Teste Rayleigh (p)
Botão	324,1	25,6	0,90	<0,001
Antese	78,5	39,6	0,78	<0,001
Fruto imaturo	126,9	69,9	0,47	<0,001
Fruto maduro	204,6	33,6	0,84	<0,001



Figs. 1A-D. Histogramas circulares das intensidades reprodutivas mensais de *Q. parviflora* em fisionomia cerradão. A. Botão floral de 2016-2017; B. Botão floral de 2017-2018; C. Antese de 2016-2017; D. Antese de 2017-2018.



Figs. 2A-D. Histogramas circulares das intensidades reprodutivas mensais de *Q. parviflora* em fisionomia cerradão. A. Fruto imaturo de 2016-2017; B. Fruto imaturo de 2017-2018; C. Fruto maduro de 2016-2017; D. Fruto maduro de 2017-2018.

A maturação dos frutos de *Q. parviflora* ocorreu em todos os meses do primeiro ano de avaliação, com exceção de dezembro, que correspondeu ao pico flores (Fig. 2A e 2B), dessa forma, o evento se manifestou tanto na estação chuvosa quanto seca, embora as maiores intensidades foram registradas na estação seca, mais precisamente nos meses mais secos e frios do ano, junho e julho. O evento apresentou correlação expressiva com a precipitação da área de estudo, no entanto não foi significativa (Tab. 1). A data média indicada pela estatística circular aponta a fenofase concentrada entre junho e julho. Entretanto, o evento foi sazonal somente para o segundo ano de acompanhamento, já que o comprimento do vetor r foi baixo no primeiro ano de estudo, indicando uniformidade na distribuição das frequências (Tab. 2).

DISCUSSÃO

As baixas intensidades dos eventos que correspondem a floração (botão floral e antese) de *Q. parviflora* registrados nesse estudo podem estar relacionadas ao fato de que a espécie apresenta flores hermafroditas auto-incompatíveis (Oliveira & Gibbs 2000), necessitando assim de polinização cruzada. Nesse caso, é mais vantajoso que cada indivíduo possua um número reduzido de flores, de modo a não saciar os polinizadores, obrigando-os a visitar outros indivíduos em busca de mais flores, favorecendo a polinização cruzada (Ferraz *et al.* 1999), aumentando assim as chances reprodutivas. O comportamento de apresentar baixas intensidades de flores também foi registrado em *Xylopia aromatica* Mart. em fisionomia de cerradão no município de Rio Verde por Silva (2016).

Já a correlação positiva encontrada entre botões florais e a precipitação indica que a espécie estudada apresenta necessidade da reidratação dos tecidos que ocorre com a chegada das chuvas (Batalha & Mantovani 2000) para o aumento da produção de tais órgãos reprodutivos. Pavon & Briones (2001) corroboram os resultados deste estudo, pois sugerem que dentre os fatores climáticos que influenciam diretamente os padrões fenológicos das espécies vegetais, a disponibilidade hídrica é relatada como o mais importante em ecossistemas tropicais sazonais. Além disso, resultados semelhantes aos deste estudo também foram encontrados para *Kielmeyera regalis* Saddi (Raniere *et al.* 2012). E também estão de acordo com o encontrado por Ferreira *et al.* (2017) em cerrado *sensu stricto* em Mato Grosso do Sul, já que registaram botões florais da espécie no período chuvoso, embora o pico tenha ocorrido um mês antes do obtido por este estudo.

Em relação às demais variáveis de temperatura, as correlações não foram significativas, o que difere dos resultados encontrados por Silvério & Lenza (2010), pois os mesmos obtiveram correlações significativas e positivas entre a temperatura mínima e floração da mesma espécie em Mato Grosso em cerrado típico, sugerindo que o aumento da temperatura mínima pode ter contribuído para indução floral. Entretanto, como já mencionado neste estudo, o

ciclo fenológico das espécies do cerrado pode apresentar variações de acordo com a região e as condições climáticas de cada local (Piña-Rodrigues & Piratelli 1993) já que neste estudo, a correlação foi significativa somente para botão floral e não antese. Além disso, não se trata da mesma fisionomia, é evidente que diferentes condições de habitat podem atuar diretamente no ciclo fenológico (Fuchs *et al.* 2003; Luna-Nieves *et al.* 2017) e fazer com que as correlações também sejam distintas.

A sazonalidade climática da área de estudo fez com que os eventos relacionados a floração fossem sazonais pelo menos em um dos anos de avaliação e isso se deve ao fato de serem eventos mais sensíveis e menos resistentes às mudanças climáticas, ao contrário dos frutos imaturos. O evento de frutos imaturos apresentou-se como um evento longo e não sazonal para ambos os anos de estudo. Este comportamento está associado ao tempo que os frutos precisam para se desenvolver. Raniere *et al.* (2012) também registraram em cerrado rupestre em Minas Gerais frutificação imatura longa para *Kyelmeiera regalis*, assim como Ferreira *et al.* (2017) em cerrado *sensu stricto* no Mato Grosso para *Q. parviflora*. Essa duração longa é necessária, pois os frutos além de serem grandes, precisam amadurecer na época correta para potencializar a reprodução, ou seja, quando as condições são propícias para a deiscência dos frutos.

A fenofase de frutos maduros foi sazonal, não porque é sensível às variações climáticas, mas sim porque necessita de condições climáticas que só ocorrem na época de seca para promover a deiscência dos frutos. Felseburgh *et al.* (2016) corroboram os resultados obtidos neste estudo, pois afirmam que um dos fatores mais importantes para que as maiores intensidades de frutos maduros anemocóricos ocorram no período mais seco do ano é a necessidade de diminuir o teor de água do fruto e semente, garantindo a sua maturidade fisiológica. Para que o teor de água reduza, as condições ambientais são importantes, como a diminuição da umidade relativa do ar.

Segundo Rathcke & Lacey (1985), a maturação dos frutos na época menos úmida também pode estar relacionada às condições menos propícias aos predadores de frutos e parasitas. Além disso, há um outro fator extremamente importante, em fisionomias florestais como a deste estudo, a entrada de ventos é menor devido à densidade das copas das plantas na estação chuvosa, dessa forma, apresentar dispersão no período seco se torna uma vantagem já que as plantas do cerrado perdem suas folhas nessa estação. Isso diminui a barreira vegetal, permitindo assim a entrada de ventos para atingir os frutos e dispersar as sementes a lugares distantes.

Espécies com dispersão anemocórica apresentam picos de dispersão em meio a seca e frequência máxima no final desta estação (Pilon *et al.* 2015), culminando em correlação negativa com a precipitação. Neste estudo, embora tenha ocorrido uma correlação negativa, esta não foi significativa. Entretanto, a diminuição da precipitação indica o término do período chuvoso o que impulsiona a formação de frutos

para que a maturação dos mesmos ocorra na estação seca, quando há, não só menor umidade, mas também maior velocidade dos ventos e maior eficiência na maturação dos frutos (desidratação do pericarpo em frutos secos) (Jara-Guerrero *et al.* 2011). Além disso, o pico de frutos maduros foi registrado pouco antes da chegada das chuvas, quando ocorre o aumento da umidade do ar, possibilitando o amolecimento do tegumento que envolve a semente e favorece a protrusão da radícula (Silva 2018).

Morellato *et al.* (1989) mostraram que as espécies que produzem frutos no final da estação seca têm frutos maduros no início ou em meados da estação chuvosa, o que aumenta as chances de germinação e estabelecimento de plântulas, pois as sementes se beneficiam não apenas da água, mas também dos nutrientes liberados pela decomposição da matéria orgânica acumulada durante a estação seca. Além disso, as mudas que emergem no início da estação chuvosa encontram condições favoráveis para o estabelecimento da floresta, pois podem desenvolver sistemas radiculares profundos antes da próxima estação seca. Assim, a fenologia reprodutiva de plantas que crescem em habitats sazonais foi moldada para coincidir com o amadurecimento de frutos e a dispersão de sementes para tempos mais favoráveis à sobrevivência e crescimento (Pirani *et al.* 2009).

O comportamento de *Q. parviflora* é semelhante ao de várias espécies arbóreas anemocóricas do cerrado. As estratégias apresentadas pela espécie ajudam-na potencializar sua reprodução e manutenção da espécie na fisionomia estudada.

REFERÊNCIAS

- Andrew, D.R., Trevor, F.K., Mirco, M., Youngryel, R., Oliver, S. & Michael, T. 2013. Climate Change, Phenology, and Phenological Control of Vegetation Feedbacks to the Climate System. *Agricultural and Forest Meteorology* 169:156–73.
- Batalha, M.A. & Mantovani, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60:129-145.
- Bencke, C.S.C. & Morellato, L.P.C. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25:237-248.
- Carvalho, M.A.F., Bittar, P.A., Souza, P.B., & Ferreira, R.Q.S. 2016. Florística, fitossociologia e estrutura diamétrica de um remanescente florestal no município de Gurupi, Tocantins. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 11:59-66.
- Chaine, I., & Régnière, J. 2017. Process-Based Models of Phenology for Plants and Animals. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 48:159–182.
- Dennis, B., Eva, F., Lianhong, G., Richard, O., David, H., Steve, R., Anthoni, P., Bernhofer C.H., Davis, K., Evans, R., Fuentes, J., Goldstein, A., Gabriel, K., Law, B., X., Yadvinder, M., Meyers, T., Munger, W., Oechel, W., Paw, K.T. U., Pilegaard, K., Schmid, H.P., Valentini, R., Verma, S., Vesala, T., Wilson, K. & Wofsy, S. 2001. FLUXNET: A New Tool to Study the Temporal and Spatial Variability of Ecosystem-Scale Carbon Dioxide, Water Vapor, and Energy Flux Densities. *Bulletin of the American Meteorological Society* 8: 2415–2434.
- Felseburgh, C.A., Peleja, V.L. & Carmo, J.B. 2016. Fenologia de *Aniba parviflora* (Meins.) Mez. em uma região do estado do Pará, Brasil. *Biota Amazônica* 6:31-39.
- Ferreira, K.R., Fina, B.G., Rêgo, N.H., Rui, R.F. & Kusano, D.M. 2017. Fenologia de *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae) em um remanescente de cerrado *sensu stricto*. *Revista de Agricultura Neotropical* 4:15-22.
- Ferraz, D.K., Artes, R., Mantovani, W. & Magalhães, L.M. 1999. Fenologia de Árvores em Fragmento de Mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 59:305-317.
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24:422-423.
- Fournier, L.A. & Charpentier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25:45-48.
- Fuchs, E.J., Lobo, J.A. & Quesada, M. 2003. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology* 17:149-157.
- Haridasan, M. 1982. Aluminum accumulation by some cerrado native species of central Brazil. *Plant and Soil* 65:265-273.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal>. Acesso em 16.06.2019.
- Jara-Guerrero, A., De la Cruz, M. & Méndez, M. 2011. Seed dispersal spectrum of woody species in south Ecuadorian dry forests: environmental correlates and the effect of considering species abundance. *Biotropica* 43: 722-730.
- Köppen, W. & Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Verlag Justus Perthes, Gotha. 369p.
- Luna-Nieves, A.L., Meave, J.A., Morellato, L.P.C. & Ibarramanriquez, G. 2017. Reproductive phenology of useful Seasonally Dry Tropical Forest trees: Guiding patterns for seed collection and plant propagation in nurseries. *Forest Ecology and Management* 393:52-62.
- Mazzolin, L.P., Nasser, A.L.M., Moraes, T.M., Santos, R.C., Nishijima, C.M., Santos, F.V. & Hiruma-Lima, C.A. 2010. *Qualea parviflora* Mart.: An integrative study to validate the gastroprotective, anti-diarrheal, anti-hemorrhagic and mutagenic action. *Journal of Ethnopharmacology* 127:508–514.
- Morellato, L.P.C., Alberti, L.F. & Hudson, I. L. 2010. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. *In* (I.L. Hudson & M. Keatley orgs.). *Phenological research: methods for environmental and climate change analysis*. Springer, New York, p. 339-359.
- Morellato, L.P.C., Rodrigues, R.R., Leitão Filho, H.F. & Joly, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas em floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195:311-329.
- Pavón, N.P. & Briones, O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. *Journal of Arid Environments* 49:165-277.
- Pilon, N.A.L., Udulutsch, R.U. & Durigan, G. 2015. Padrões fenológicos de 111 espécies de cerrado em condições de cultivo. *Hoehnea* 42:425-443.
- Piña-Rodrigues, F.C.M. & Aguiar, I.B. de. 1993. Maturação e dispersão de sementes. *In* Sementes florestais tropicais (I.B. Aguiar, F.C.M. Piña-Rodrigues, M.B. Figliolia, eds.). Associação Brasileira de Tecnologia e Sementes, Brasília, p.215-274.
- Pirani, F.R. Sanchez, M. & Pedroni, F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 23:1096-1109.
- Ranieri, B.D., Negreiros, D., Lana, T.C., Pezzini, F.F. & Fernandes, G.W. 2012. Fenologia reprodutiva, sazonalidade e germinação de *Kielmeyera regalis* Saggi (Clusiaceae), espécie endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 26: 632-641.

- Rathcke, B.J. & Lacey, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16:179-214.
- Silva, P.O. 2016. Estratégias fenológicas reprodutivas de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) em área de cerrado. *Cerne* 22:129-136.
- Silva, P.O. 2018. Fenologia reprodutiva de *Hymenaea stigonocarpa* Mart ex Hayne (Fabaceae) em cerrado *sensu stricto*. *Acta Biológica Catarinense* 5:89-97.
- Silvério, D.V. & Lenza, E. 2010. Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica* 10:205-216.
- Valentini, C.M.A., Almeida, J.D., Coelho, M.F.B. & Rodríguez-Ortíz, C.A. 2013. Fenologia da *Siparuna guianensis* Aublet em dois bosques de preservação ambiental em Cuiabá-MT. *Cerne* 19:581.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 929p.