

Comportamento fenológico de *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore em área urbana de Parnamirim, Rio Grande do Norte

Phenological behaviour of Copernicia prunifera (Miller) H.E. Moore in an urban area of Parnamirim, Rio Grande do Norte State

Eduarda **XIMENES**^{1, 4}; Richeliel Albert Rodrigues **SILVA**²; Talita Geovanna Fernandes **ROCHA**³; Fabio de Almeida **VIEIRA**³; Allan Rodrigo Nunho dos **REIS**¹ & Jefferson Dias de **OLIVEIRA**¹

RESUMO

A fenologia aplicada ao ambiente urbano é uma ferramenta que permite verificar a resposta das plantas às condições ambientais atípicas das cidades e, portanto, pode atuar na conservação do patrimônio arbóreo. Objetivou-se avaliar o padrão fenológico em uma população ruderal de *Copernicia prunifera*, correlacionando-o com variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e velocidade do vento). Foram analisados quinzenalmente 29 indivíduos na Praia de Cotovelo (Parnamirim/RN), entre outubro de 2011 e abril de 2013. Os eventos avaliados foram: enfolhamento, botão floral, floração, frutos imaturos e maduros. Verificaram-se o percentual de intensidade de Fournier e o índice de atividade para cada fenofase, que foram posteriormente correlacionados com parâmetros meteorológicos por meio da correlação de Spearman (C_s) do programa estatístico BioEstat 5.3. O brotamento foliar manteve-se constante, corroborando a boa adaptação da espécie a climas áridos e semiáridos. Observaram-se correlações positivas entre a produção de frutos maduros e precipitação ($C_{s1} = 0,398$, $C_{s2} = 0,549$, $C_{s3} = 0,464$, $C_{s4} = 0,533$), em que a água, nesse caso, é um fator limitante para o desenvolvimento de frutos carnosos. Os aspectos morfológicos e fisiológicos da população de *C. prunifera* estudada foram influenciados pelos fatores climáticos regionais.

Palavras-chave: carnaúba; fenologia; floresta urbana.

Recebido em: 20 set. 2018
Aceito em: 26 set. 2019

ABSTRACT

Phenology applied to the urban environment is a tool that allows to verify the response of the plants to the city's atypical environmental conditions and thus may act in the conservation of the tree patrimony. This study aimed to assess the phenological pattern of *Copernicia prunifera* in a planted population, correlating it with climatic parameters (air temperature, relative humidity, precipitation and wind speed). Biweekly, 29 individuals were evaluated at Cotovelo Beach (Parnamirim/RN), between October 2011 and April 2013. The events evaluated were leaf flushing, floral bud, flowering, immature and ripe fruits. The percentage of Fournier intensity and the activity index for each phase were analyzed and subsequently correlated with meteorological variables using the Spearman correlation (C_s) of the statistical program BioEstat 5.3. The leaf emission remained constant, corroborating the good adaptation of the species to arid and semiarid climates. Positive correlations were observed between the production of ripe fruit and precipitation ($C_{s1} = 0,398$, $C_{s2} = 0,549$, $C_{s3} = 0,464$, $C_{s4} = 0,533$) where the water, in this case, is a limiting factor for the development of fleshy fruits. It was verified that the morphological and physiological aspects of the studied *C. prunifera* population were influenced by the regional climate factors.

Keywords: carnauba; phenology; urban forest.

¹ Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Ciências Florestais, Av. Pref. Lothário Meissner, n. 900, Jardim Botânico – CEP 80210-170, Curitiba, PR, Brasil.

² Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Departamento de Ciências Florestais, Guarapuava, PR, Brasil.

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Macaíba, RN, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: eduardaximenes@live.com.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a presença da arborização no meio urbano reduz as condições de estresse dos seres humanos, graças à redução da temperatura média, à maior quantidade de sombra proporcionada, à diminuição da poluição do ar e da água e à criação de um microclima agradável (TOLEDO & SANTOS, 2008; ALVES *et al.*, 2011).

A arborização, no entanto, torna-se ainda mais enriquecedora quando realizada com espécies nativas, as quais oferecem benefícios mais favoráveis em relação às exóticas. Entre os benefícios da utilização de espécies nativas, destacam-se: a melhor adaptação ao clima e solo locais, o estímulo à presença de polinizadores e dispersores nativos (WANDERLEY *et al.*, 2018), a redução da quantidade de espécies exóticas invasoras e de doenças e pragas que podem ser transmitidas por elas (FRANCO *et al.*, 2018), além da promoção de propagação das espécies locais, em virtude da maior possibilidade de produção de flores e frutos sadios.

No semiárido nordestino, das espécies de ocorrência natural com potencial paisagístico, destaca-se *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore, conhecida popularmente por carnaúba. A espécie ocorre predominantemente nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, onde se desenvolve em regiões de solos arenoargilosos, alagadiços, várzeas ou margens de rios, possibilitando o desenvolvimento da espécie tanto em alagamentos frequentes quanto em períodos de seca prolongada (NOGUEIRA, 2009). De acordo com Nogueira (2009), a espécie é considerada uma das palmeiras de maior relevância social, econômica e ecológica para o Nordeste brasileiro.

Segundo Martini *et al.* (2011), muitos gestores da arborização urbana se baseiam em informações referentes a estudos de desenvolvimento das plantas no meio natural (florestas ou remanescentes florestais). Todavia, em razão de as condições urbanas se apresentarem muitas vezes distintas das condições naturais em que as espécies se desenvolvem, o conhecimento sobre a sua propagação natural é insuficiente para garantir a eficiência da utilização nas cidades.

A fenologia aplicada no ambiente urbano é uma ferramenta de resposta às condições ambientais atípicas das cidades, atuando na conservação do patrimônio arbóreo. Desse modo, com base em observações periódicas de eventos vegetativos/reprodutivos e comparações com os padrões fenológicos dos ecossistemas naturais, é possível aferir se a vegetação da área urbana se encontra fisiologicamente ativa.

Com os estudos fenológicos é possível conhecer não só a relação planta-animal, a periodicidade de frutos e sementes, a interação planta-planta e a regeneração natural (NEVES *et al.*, 2010; REBELATTO *et al.*, 2013), como também adotar medidas para implementar o manejo sustentável e o planejamento dos serviços de manutenção, tais como varrições, podas e remoções (SANTOS & FISCH, 2013). Além disso, a fenologia atua como um indicador de respostas dos vegetais às circunstâncias climáticas em escala local (FOURNIER, 1974), sendo primordial para conhecer o desenvolvimento das plantas no meio urbano (MARTINI *et al.*, 2011).

Assim, tendo em vista as escassas pesquisas sobre o comportamento de espécies de palmeiras nativas da caatinga em ambientes urbanizados, o objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão fenológico de *C. prunifera* em uma população plantada, correlacionando-o com os parâmetros climáticos da região de Parnamirim, Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

A pesquisa foi realizada em uma população de *C. prunifera* plantada nos canteiros centrais da rodovia RN-063, localizada em área litorânea conhecida como “Praia de Cotovelo”, nas coordenadas 5°57’59,14” S e 35°08’34” W, no município de Parnamirim (RN).

Conforme a classificação climática de Köppen-Geiger, a área estudada representa uma transição entre o clima do tipo As’ e BSh’, o qual é caracterizado por clima tropical com estação seca de verão, possuindo uma estação chuvosa que inclui os meses de fevereiro até agosto e uma estação seca entre setembro e janeiro. Os valores médios de umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação anual e temperatura são 80%, 4 km/h, 1.466 mm e 26,4°C, respectivamente.

Foram selecionados e mapeados 29 indivíduos de *C. prunifera* em uma extensão de aproximadamente 1.150 m, com proximidade do mar variando entre 45 e 200 m e altitude média de 23 m. O critério de seleção foi a presença de indivíduos adultos e com parâmetros dendrométricos similares (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

As observações foram efetuadas quinzenalmente, com início na segunda quinzena de outubro de 2011 e término na segunda quinzena de abril de 2013, totalizando 37 coletas fenológicas. Durante o período de monitoramento, registraram-se cinco fenofases: enfolhamento, botão floral, floração, fruto imaturo e maduro (figuras 1 e 2). É importante frisar que a variável fenológica desfolhamento não foi avaliada, em virtude das podas severas realizadas pela prefeitura, as quais podem exercer influência sobre a fisiologia das plantas e, conseqüentemente, afetar a expressão dessa fenofase, além de dificultar a aplicação de testes estatísticos.

Para a análise dos padrões fenológicos, selecionaram-se os indivíduos que demonstraram boas condições fitossanitárias (ausência aparente de doenças e infestações de parasitas) e vigor suficiente para manifestar os eventos vegetativos e reprodutivos.



Figura 1 – Fenofase vegetativa de *C. prunifera*: enfolhamento (indicada pela seta).

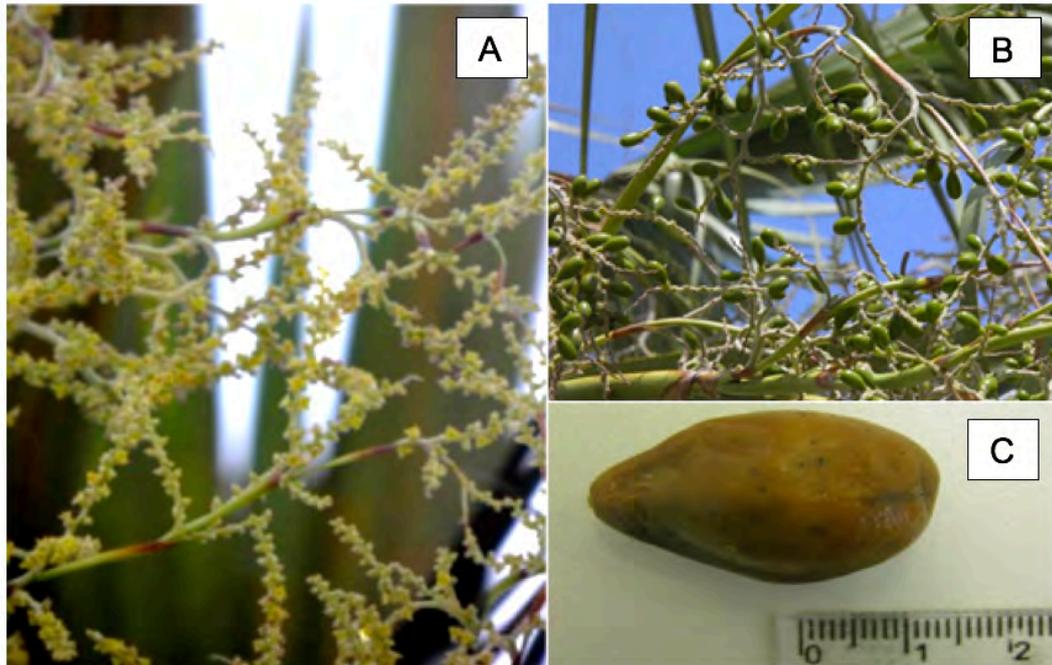


Figura 2 – Fenofases reprodutivas de *C. prunifera*: botão floral e floração (a), fruto imaturo (b) e maduro (c).

MÉTODO FENOLÓGICO

As avaliações fenológicas foram executadas por meio da observação de um evento vegetativo e quatro reprodutivos. No evento vegetativo, avaliou-se a presença da fenofase enfolhamento (caracterizada pelo crescimento apical vertical em forma de feixe). Nos eventos reprodutivos, as fenofases observadas foram os botões florais (caracterizados desde o início da formação da estrutura floral até o período anterior à antese), flores (cachos pendentes compostos por flores amarelas e pequenas, após antese), frutos imaturos (presença de frutos de coloração verde, em desenvolvimento) e frutos maduros (representados pela presença de frutos de coloração marrom-escuro, aptos para a dispersão).

Conforme recomendação de Bencke & Morellato (2002), foram combinados dois métodos para análise e representação dos dados: o índice de atividade e o índice de intensidade, visto que fornecem informações essencialmente diferentes e complementares.

O índice de atividade é um método quantitativo no qual se constata apenas a ausência ou a presença da fenofase no indivíduo, com classificação em 0 ou 1, respectivamente. O método indica a quantidade de indivíduos da população que manifestam determinado evento fenológico em um período de tempo. Para calculá-lo, somam-se os valores de todos os indivíduos por amostragem, divide-se pelo número total de indivíduos e multiplica-se por 100 (BENCKE & MORELLATO, 2002).

O índice de intensidade, proposto por Fournier (1974), permite calcular a porcentagem de intensidade da fenofase de cada indivíduo por meio de uma escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias, 0 a 4, com intervalo de 25% entre cada classe. Por exemplo, ao indivíduo que apresentar, aproximadamente, 20% da sua capacidade de frutos maduros é atribuída a escala 1. Para calcular o percentual de indivíduos que manifestaram os eventos fenológicos, fez-se a soma da intensidade de todos os indivíduos da espécie coletados quinzenalmente e o valor foi dividido por 29 (equivalente ao número total de indivíduos) e multiplicado por 4, como sugere Fournier (1974). Esse resultado corresponde a uma proporção que é, então, multiplicada por 100, a fim de transformá-la em percentual.

Os padrões fenológicos reprodutivos de floração foram descritos por meio da classificação proposta por Newstrom *et al.* (1994), baseando-se na frequência dos ciclos por ano (cada ciclo consiste em um episódio de floração seguido por um intervalo de não floração). As quatro categorias básicas são: 1) contínuo (o florescimento é interrompido somente em períodos curtos e esporádicos); 2) subanual (há florescimento em mais de um ciclo por ano); 3) anual (apenas um ciclo de florescimento durante o ano); 4) supra-anual (o florescimento ocorre em intervalos maiores que um ano, podendo ser regulares ou não).

CORRELAÇÕES ENTRE AS FENOFASES E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

As variáveis climatológicas correlacionadas tanto com a fenofase vegetativa quanto com as reprodutivas foram temperatura média (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação pluvial (mm) e velocidade do vento (km/h). Tais variáveis foram obtidas por meio de acesso ao banco de dados meteorológicos diários provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), em Natal/RN, localizada a aproximadamente 20 km do local de estudo.

Para testar o tipo de distribuição de dados fenológicos coletados, recorreu-se ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Cada fenofase foi submetida à análise de correlação com as variáveis climáticas da primeira (C_{s1}), segunda (C_{s2}), terceira (C_{s3}) e quarta (C_{s4}) quinzena anterior ao evento fenológico, obtendo-se o coeficiente de Spearman (r_s), com nível de significância a 5% de probabilidade. Os dados foram processados no programa estatístico BioEstat 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ASPECTO VEGETATIVO

O padrão de enfolhamento de *C. prunifera* manteve-se constante durante todo o período de avaliação, com maior intensidade nos meses de novembro de 2011 (58,62%), outubro de 2012 (63,79%) e fevereiro (68,10%) e abril de 2013 (68,33%) (figura 3).

Rocha *et al.* (2015), em estudo com uma população natural de *C. prunifera* em Macaíba (RN), verificaram que a emissão de novas folhas foi moderada durante todo o período de avaliação, entretanto no mês de outubro de 2010, de 2011 e de 2012 os indivíduos possuíam maior abundância de folhas novas. De acordo com Pires *et al.* (2016), a produção contínua de folhas tem sido registrada para outras espécies de palmeiras e é considerada um evento comum entre membros da família Arecaceae.

A emissão contínua de folhas vista nos indivíduos de *C. prunifera* do presente estudo sugere que eles são pouco afetados pelas variações na disponibilidade de água durante o ano, mantendo um balanço hídrico positivo. Esse comportamento pode estar associado à boa adaptação da espécie em climas áridos e semiáridos (NOGUEIRA, 2009) e garante aos tecidos das células hidratação suficiente para permitir o crescimento e a expansão mesmo em períodos secos. Além disso, há a camada superficial de cera nas folhas que diminui a transpiração.

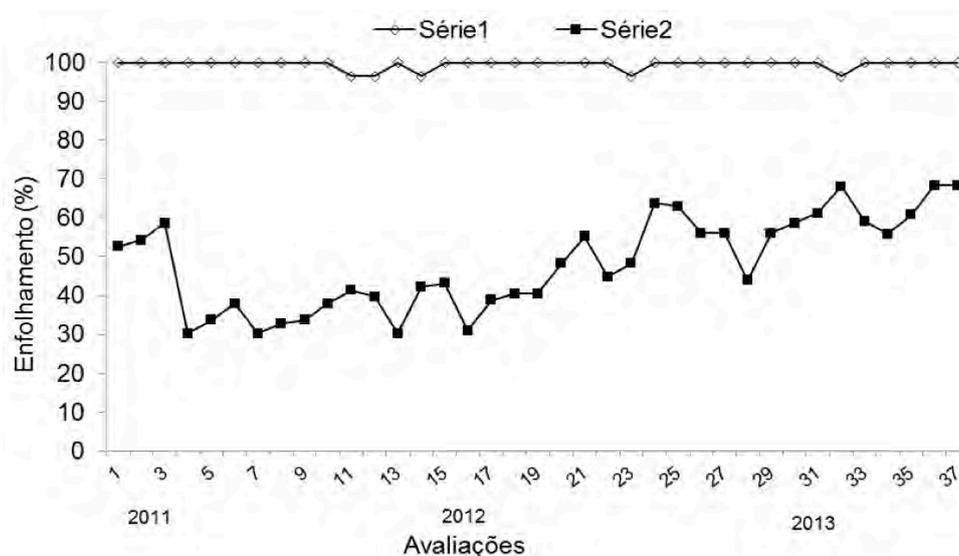


Figura 3 – Padrão fenológico de enfolhamento de uma população plantada de *C. prunifera*.

ASPECTOS REPRODUTIVOS

Os botões florais apresentaram-se frequentes durante todo o período analisado, sendo o pico de intensidade no período seco, entre os meses de outubro e novembro de 2011 (34,48% e 27,58%, respectivamente) (figura 4). A abertura das flores seguiu o mesmo padrão de intensidade dos botões florais (figura 5), sugerindo a inclusão no grupo contínuo (NEWSTROM *et al.*, 1994).

Rocha *et al.* (2015) relatam resultados semelhantes quanto ao fato de o período de floração mais longo coincidir com o déficit hídrico em 2012. Entretanto a população natural foi classificada como subanual, diferentemente da população do presente estudo.

Segundo Martini (2011), essa divergência entre padrões fenológicos de espécies ruderais e naturais pode estar associada à presença de fatores abióticos completamente atípicos nas cidades, tais como iluminação noturna, alteração climática, poluição, impermeabilização, compactação e a possível deficiência nutricional do solo, entre outros.

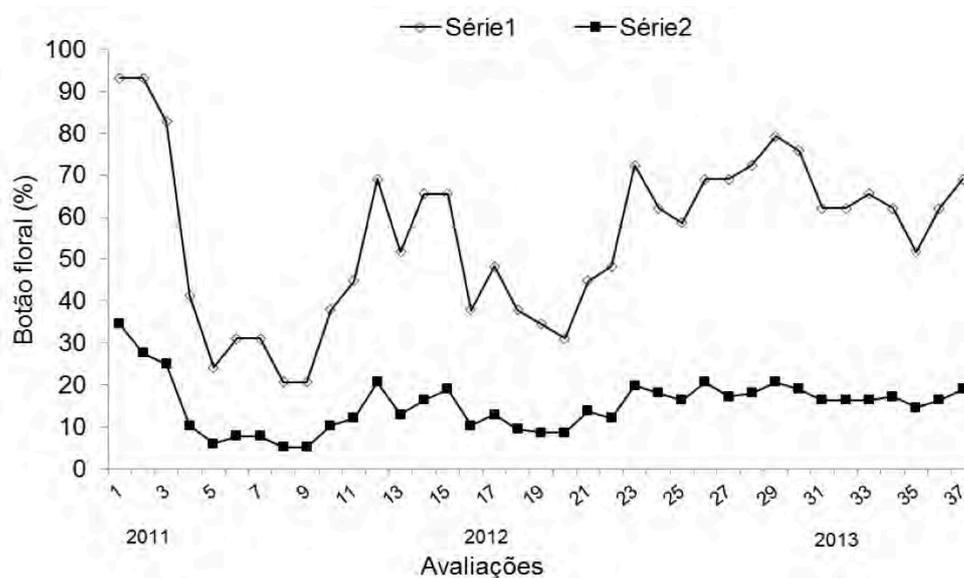


Figura 4 – Padrão fenológico dos botões florais de uma população plantada de *C. prunifera*.

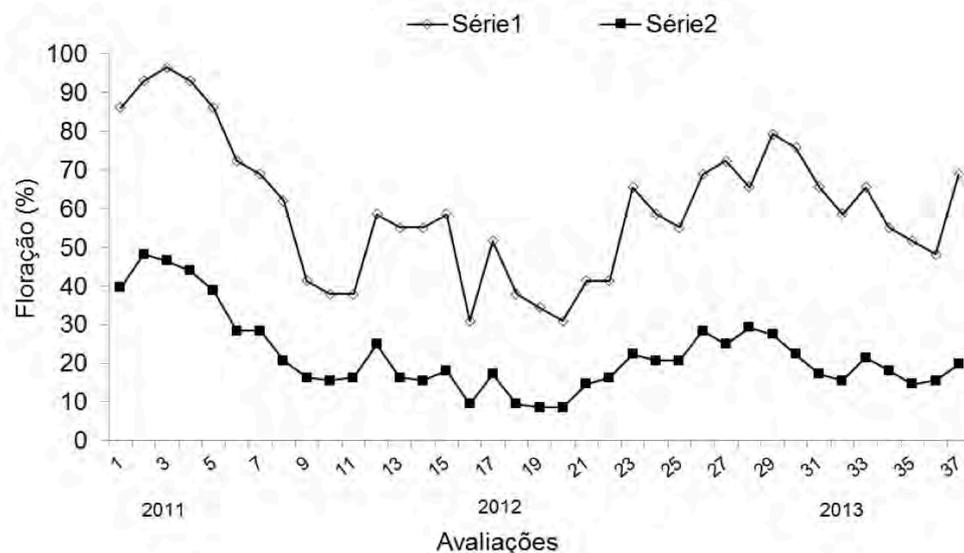


Figura 5 – Padrão fenológico da floração de uma população plantada de *C. prunifera*.

Desse modo, a excessiva exposição da planta à iluminação artificial noturna pode acarretar a aceleração de processos fisiológicos decorrentes da alta taxa fotossintética, sendo capaz de aumentar a duração e reduzir a intensidade dos eventos de floração e, por conseguinte, de frutificação (MARTINI, 2011).

A produção de frutos imaturos manteve-se contínua durante todo o período de estudo, com maior intensidade nos meses de novembro de 2011 a março de 2012 e dezembro de 2012 a fevereiro de 2013, com média de 47,53% (figura 6).

A presença de frutos imaturos durante toda a avaliação é um indicativo de que há uma alta taxa de polinização das flores no local. Também é considerada uma possível consequência da aclimação da população ao meio urbano, a qual produz flores por períodos prolongados. Além disso, a frutificação contínua pode estar associada ao longo período necessário para o desenvolvimento dos frutos até atingir a maturação e a dispersão, que, para a carnaúba, é de aproximadamente seis a oito meses.

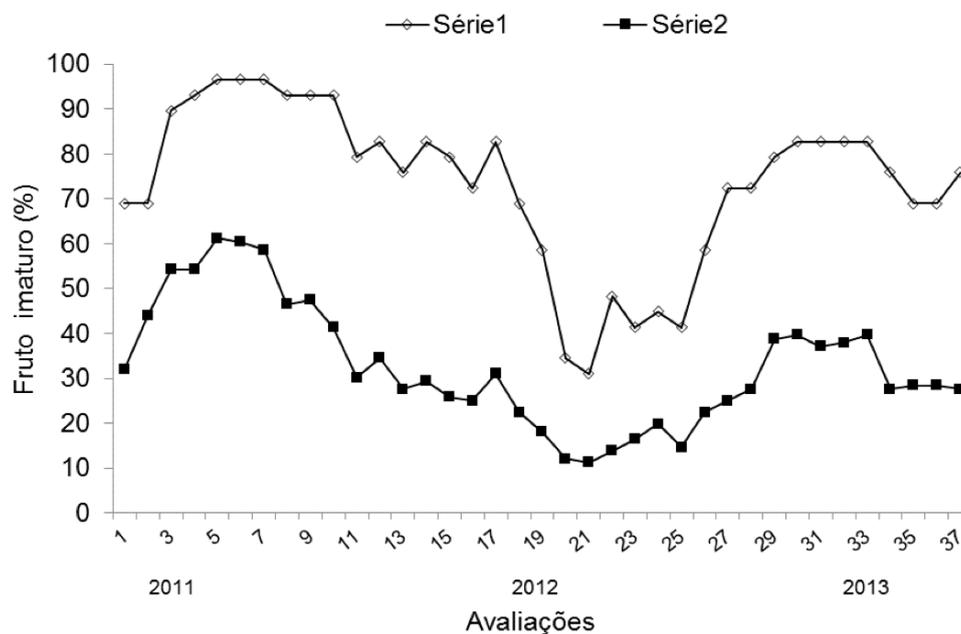


Figura 6 – Padrão fenológico de frutos imaturos de uma população plantada de *C. prunifera*.

Já os frutos maduros foram produzidos apenas na estação chuvosa (figura 7), que corresponde aos meses de fevereiro a agosto, com picos de atividade em fevereiro (48,76%), março (37,93%), abril (51,72%) e maio (51,72%) de 2012 e fevereiro (44,82%), março (58,62%) e abril (48,27%) de 2013 (figura 8).

Begnini *et al.* (2013), ao estudar a palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (jerivá), também confirmaram um período de desenvolvimento de cinco a seis meses até a maturação dos frutos. Talora & Morellato (2000) ressaltam a importância da presença constante de frutos imaturos para a manutenção de populações de animais polinizadores e dispersores, pois isso aumenta a probabilidade de conversão em frutos maduros e, assim, a disponibilidade de recursos alimentares durante qualquer época do ano.

Embora a produção de frutos imaturos tenha se mantido constante durante todo o período estudado, a grande maioria deles não atingiu a fase final de maturação, resultando em uma baixa taxa de frutos maduros (figura 8).

É possível que tal comportamento esteja associado aos fatores ambientais e abióticos, sobretudo à baixa precipitação e elevada evapotranspiração durante a estação seca, que podem ser fatores determinantes na produção de frutos maduros (VILELA *et al.*, 2008; NAZARENO & REIS, 2012).

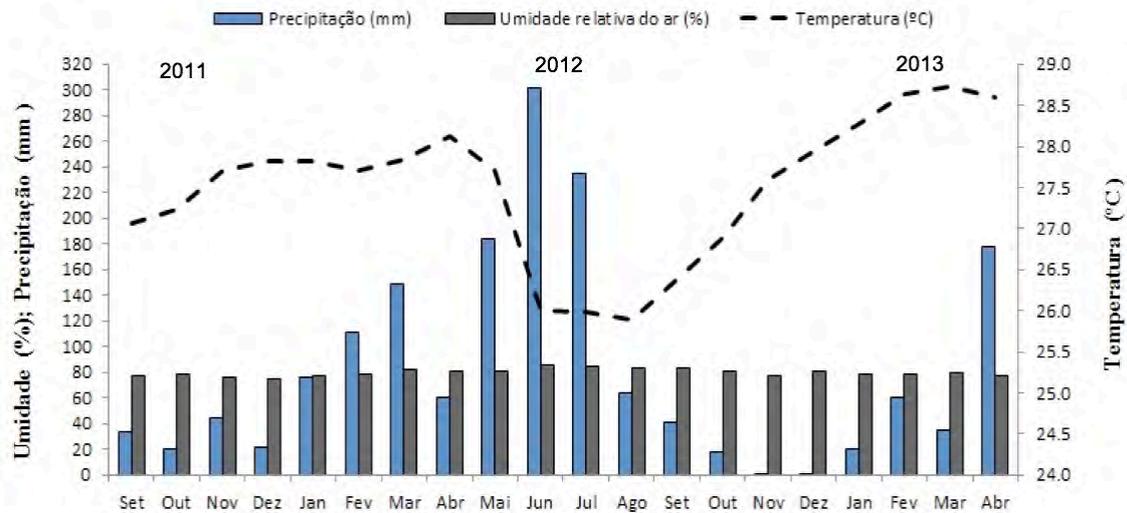


Figura 7 – Valores médios mensais das variáveis climáticas de temperatura média (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) correspondentes aos três anos de estudo, de 2011 a 2013.

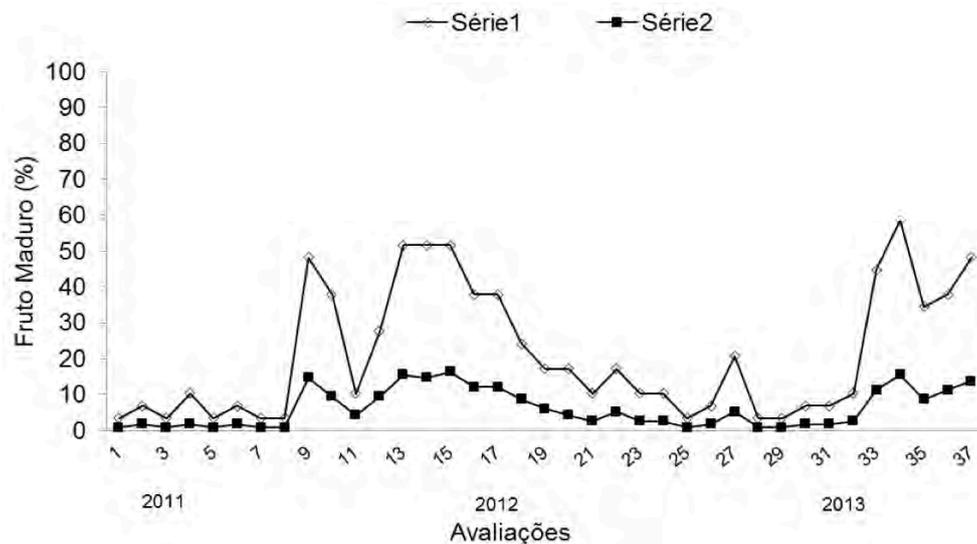


Figura 8 – Padrão fenológico de frutos maduros de uma população plantada de *C. prunifera*.

Adler (1998) diz que o número de flores de uma palmeira não indica necessariamente a quantidade de frutos que serão produzidos, assim como o número de frutos imaturos produzidos por uma infrutescência pode não originar a mesma quantidade de frutos maduros.

Portanto, corroborando os fatores supracitados com as afirmações de Martini *et al.* (2011), a espécie introduzida em área urbana pode assumir uma fenologia atípica aos padrões observados no meio natural, tanto em relação às fenofases vegetativas e reprodutivas quanto às características morfológicas.

CORRELAÇÕES ENTRE AS FENOFASES E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

A intensidade da fenofase enfolhamento evidenciou fraca relação com a precipitação, ocorrendo correlação significativa negativa na primeira ($Cs_1 = -0,395$; $P = 0,015$), terceira ($Cs_3 = -0,476$; $P = 0,002$) e quarta ($Cs_4 = -0,499$; $P = 0,001$) quinzena anterior ao evento fenológico, indicando que há

uma maior produção de folhas em períodos de menor índice pluviométrico (tabela 1). Essa relação inversa entre enfolhamento e precipitação é divergente dos trabalhos para outras espécies de *Arecaceae*, conforme levantamento de Nunes (2010).

Tabela 1 – Correlações de Spearman (C_s) entre as médias quinzenais das variáveis climáticas e o evento fenológico vegetativo (enfolhamento) de *C. prunifera*. Legenda – Ns: correlação não significativa ($\alpha = 0,05$); Tmp: temperatura; Ur: umidade relativa; Pre: precipitação; Vv: velocidade do vento.

	Quinzenas	Enfolhamento	
		Atividade	Intensidade
Tmp	1. ^a	ns	ns
	2. ^a	ns	ns
	3. ^a	ns	ns
	4. ^a	ns	ns
Ur	1. ^a	ns	ns
	2. ^a	ns	ns
	3. ^a	ns	ns
	4. ^a	ns	ns
Pre	1. ^a	ns	-0,395
	2. ^a	ns	ns
	3. ^a	ns	-0,476
	4. ^a	ns	-0,429
Vv	1. ^a	ns	ns
	2. ^a	ns	ns
	3. ^a	ns	ns
	4. ^a	ns	ns

Essa correlação pode ser atribuída ao estresse imposto à população analisada, em virtude de seu estabelecimento em canteiros de pequenas dimensões, os quais são lateralmente impermeabilizados pela cobertura asfáltica. Assim, sugerem-se novos estudos que incluam a abordagem fisiológica da espécie, correlacionando eventos vegetativos com variáveis ambientais.

O índice de atividade da fenofase de botão floral correlacionou-se significativa e negativamente com a variável precipitação na primeira, na terceira e na quarta quinzena anterior ao evento fenológico ($C_{s1} = -0,371$; $C_{s2} = -0,543$; $C_{s4} = -0,519$, respectivamente) e com o índice de intensidade na terceira e na quarta quinzena ($C_{s3} = -0,466$; $C_{s4} = -0,455$), sugerindo que a maior produção de botões florais ocorre no período de menor precipitação (tabela 2).

A fenofase de floração apresentou forte relação significativa negativa com o evento climatológico umidade relativa do ar ($C_{s1} = -0,739$; $C_{s2} = -0,727$; $C_{s3} = -0,710$; $C_{s4} = -0,673$) e moderada correlação com a precipitação ($C_{s1} = -0,420$; $C_{s2} = -0,486$; $C_{s3} = -0,765$; $C_{s4} = -0,758$), com atraso de uma a quatro quinzenas do evento fenológico, apontando que a antese se dá no período de menor umidade relativa do ar e precipitação. Houve também correlação positiva da intensidade e atividade da velocidade do vento na última quinzena anterior ($C_{s4} = 0,355$) (tabela 2).

Tabela 2 – Correlações de Spearman (C_s) entre as médias quinzenais das variáveis climáticas e os eventos fenológicos reprodutivos de *C. prunifera*. Legenda – Ns: correlação não significativa ($\alpha = 0,05$); Tmp: temperatura; Ur: umidade relativa; Pre: precipitação; Vv: velocidade do vento.

	Quinzenas	Botão floral		Floração		Fruto imaturo		Fruto maduro	
		Atividade	Intensidade	Atividade	Intensidade	Atividade	Intensidade	Atividade	Intensidade
Tmp	1. ^a	Ns	Ns	Ns	Ns	0,435	0,456	Ns	Ns
	2. ^a	Ns	Ns	Ns	Ns	0,47	0,435	Ns	Ns
	3. ^a	Ns	Ns	Ns	Ns	0,515	0,461	0,336	Ns
	4. ^a	Ns	Ns	Ns	Ns	0,529	0,462	0,387	0,365
Ur	1. ^a	Ns	Ns	-0,739	-0,652	-0,477	-0,615	0,389	0,47
	2. ^a	Ns	Ns	-0,727	-0,667	-0,591	-0,721	0,351	0,438
	3. ^a	Ns	Ns	-0,71	-0,665	-0,655	-0,802	0,361	0,447
	4. ^a	Ns	Ns	-0,673	-0,673	-0,707	-0,868	0,363	0,44
Pre	1. ^a	-0,371	Ns	-0,42	Ns	Ns	Ns	0,371	0,398
	2. ^a	Ns	Ns	-0,486	-0,587	Ns	Ns	0,506	0,549
	3. ^a	-0,543	-0,466	-0,765	-0,647	Ns	-0,342	0,444	0,464
	4. ^a	-0,519	-0,455	-0,758	-0,758	Ns	-0,461	0,504	0,533
Vv	1. ^a	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
	2. ^a	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
	3. ^a	Ns	Ns	Ns	Ns	0,328	0,512	Ns	Ns
	4. ^a	Ns	Ns	0,355	0,355	0,467	0,639	Ns	Ns

Outros estudos demonstram a influência de variáveis climáticas nos eventos fenológicos em áreas urbanas. Rebelatto *et al.* (2013) encontraram fortes correlações negativas entre a abertura das flores de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-roxo) e a precipitação nos canteiros centrais de Araras (SP). Talora & Morellato (2000) afirmam que mesmo variáveis ambientais pouco sazonais podem exercer influência sobre as fenofases das espécies arbóreas, embora de maneira menos evidente do que em florestas cujo clima apresenta maior sazonalidade.

A frutificação foi contínua ao longo dos 19 meses de monitoramento, com a presença de frutos imaturos em diferentes estágios de desenvolvimento. Observou-se que o maior número de indivíduos com frutos imaturos ocorreu logo após o pico de indivíduos com floração. Portanto, infere-se que a população se encontra livre de doenças fitopatológicas nessa fase de desenvolvimento.

A correlação de Spearman confirma a presença de sincronia entre os eventos de floração e frutificação ($C_s = 0,589$; $P = 0,001$), confirmando a hipótese de que plantas com sincronia de floração atraem mais polinizadores e com isso há maior produção de frutos imaturos (VILELA *et al.*, 2008).

As fenofases de fruto imaturo e maduro tiveram fraca correlação significativa positiva com a temperatura ($C_{s4} = 0,462$; $C_{s4} = 0,365$, respectivamente), enquanto a umidade do ar e a precipitação se correlacionaram negativamente com o evento fenológico frutos imaturos e positivamente com a produção de frutos maduros (tabela 2). A produção de frutos maduros exclusivamente na estação chuvosa pode ser compreendida pela disponibilidade de água, que é um fator limitante para a produção de frutos carnosos, como sugerido por Tabarelli *et al.* (2003).

As correlações positivas com a precipitação e a umidade relativa do ar mostraram uma tendência de produção de frutos maduros na época de chuvas. O resultado corrobora o encontrado por Rocha *et al.* (2015) para *C. prunifera*.

A presença e a intensidade das fenofases vegetativas e reprodutivas manifestadas nas espécies estão associadas à combinação de um ou vários fatores bióticos (frequência de polinizadores e dispersores, atuação de predadores de sementes) e abióticos (precipitação, umidade relativa do ar, temperatura e nutrientes) (VILELA *et al.*, 2008; NAZARENO & REIS, 2012).

Além disso, os indivíduos estão sujeitos à seleção natural, podendo responder de forma diferente a um estímulo ambiental similar. Portanto, compreender os efeitos das mudanças fenológicas nas interações bióticas e abióticas requer uma abordagem de nível comunitário, possivelmente alcançada pela aplicação de redes ecológicas (MORELLATO *et al.*, 2016).

CONCLUSÃO

Recomenda-se o uso de *C. prunifera* na arborização de cidades com climas áridos e semiáridos por causa da boa aclimação da espécie no meio urbano. Embora a espécie tenha demonstrado algumas divergências nos padrões fenológicos quando comparada com o meio natural, estas são intrínsecas às características do ambiente urbano e não impedem a introdução da planta em tais locais.

A evidência de correlação entre as fenofases e as variáveis climáticas indica que os fatores ambientais examinados exercem influência direta tanto no crescimento vegetativo como reprodutivo de *C. prunifera*, mesmo sendo pouco sazonais na área de estudo.

Apesar de a produção de frutos imaturos ter se mantido constante durante todo o período de pesquisa, a maioria dos frutos não atingiu a fase final de maturação, resultando em uma baixa taxa de frutos maduros. Em virtude das fortes correlações positivas entre a fenofase fruto maduro, precipitação e umidade relativa do ar, é provável que a água seja um fator limitante para a produção de frutos da espécie em questão.

REFERÊNCIAS

- Adler, G. H. Impacts of resource abundance on populations of a tropical forest rodent. *Ecology*. 1998; 79(1): 242-254.
- Alves, A. C. N., T. C. Q. Andrade & J. M. F. G. Nery. A influência da vegetação e da ocupação do solo no clima urbano: um exercício analítico sobre a Avenida Paralela. *Fórum Patrimônio*. 2011; 4(1): 43-52.
- Begnini, R. M., F. R. Silva & T. T. Castellani. Fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) em floresta atlântica no sul do Brasil. *Biotemas*. 2013; 26(4): 53-60.
doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n4p53>
- Bencke, C. S. C. & L. P. Morellato. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*. 2002; 25(3): 269-275.
- Fournier, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. *Turrialba*. 1974; 24(4): 422-423
- Franco, F. M., F. C. Silva, K. U. Agustini, R. Melo & W. M. M. Rodrigues. Levantamento e análise da arborização urbana da Avenida São João na cidade de Cáceres – MT. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*. 2018; 12(1): 37-42.
- Martini, A. Estudos fenológicos em árvores de ruas. In: Lima Neto, E. M. de & D. Biondi (eds.). *Pesquisa em arborização de ruas*. Curitiba; 2011. Cap. 2, p. 29-45.
- Martini, A., D. Biondi & A. C. Batista. Fenologia de *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo) no ambiente urbano de Curitiba (PR). *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 2011; 6(4): 51-67.
- Morellato, L. P. C., B. Alberton, S. T. Alvarado, B. Borges, E. Buisson, M. G. Camargo, L. F. Cancian, D. W. Carstensena, D. F. Escobar, P. T. de P. Leite, I. Mendoza, N. M. W. B. Rocha, N. C. Soares, T.

- S. F. Silva, V. G. Staggemeier, A. S. Streher, B. da C. Vargas & C. A. Peres. Linking plant phenology to conservation biology. *Conservation Biology*. 2016; 195: 60-72.
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033>
- Nazareno, A. G. & M. S. Reis. Linking phenology to mating system: exploring the reproductive biology of the threatened palm species *Butia eriospatha*. *Journal of Heredity*. 2012; 103(6): 842-852.
doi: <https://dx.doi.org/10.1093/jhered/ess070>
- Neves, E. L., L. S. Funch & B. F. Viana. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da caatinga, semiárido do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 2010; 33(1): 155-166.
- Newstrom, L. E., G. W. Frankie & H. G. Baker. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*. 1994; 26(1): 141-159.
- Nogueira, D. H. Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de carnaubeira (*Copernicia prunifera*) oriundos do estado do Ceará [Tese de Doutorado]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2009.
- Nunes, H. F. Estudo fenológico e morfológico da palmeira guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.) [Dissertação de Mestrado em Agronomia]. Jataí: Universidade Federal de Goiás; 2010.
- Oliveira, T. W. G., J. E. F. Milani & C. T. Blum. Phenological behavior of the invasive species *Ligustrum lucidum* in an urban forest fragment in Curitiba, Parana state, Brazil. *Floresta*. 2016; 46(3): 371-378.
- Pires, H. C. G., L. S. Rosa, B. S. Cabral, V. M. Silva, G. A. Nogueira & P. R. N. Ferreira. Padrão fenológico de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. em áreas de pastagens na Amazônia Oriental. *Floresta e Ambiente*. 2016; 23(2): 170-179.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.048313>
- Rebelatto, D., T. S. Leal & C. P. Moraes. Fenologia de duas espécies de ipê em área urbana do município de Araras, São Paulo, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 2013; 8(1): 1-16.
- Rocha, T. G. F., R. A. R. Silva, E. X. Dantas & F. A. Vieira. Fenologia da *Copernicia prunifera* (Arecaceae) em uma área de caatinga do Rio Grande do Norte. *Cerne*. 2015; 21(4): 673-682.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201521041758>
- Santos, C. H. V. & S. T. V. Fisch. Fenologia de espécies arbóreas em região urbana, Taubaté, SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 2013; 8(3): 1-17.
- Tabarelli, M., A. Vicente & D. C. A. Barbosa. Variation of seed dispersal spectrum of woody plants across a rainfall gradient in northeastern Brazil. *Journal of Arid Environmental*. 2003; 53(2): 197-210.
doi: <http://dx.doi.org/10.1006/jare.2002.1038>
- Talora, D. C. & P. C. Morellato. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 2000; 23(1): 13-26.
- Toledo, F. S. & D. G. Santos. Espaços livres de construção. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 2008; 3(1): 73-91.
- Vilela, G. F., D. Carvalho & F. A. Vieira. Fenologia de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) no Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais. *Cerne*. 2008; 14(4): 317-329.
- Wanderley, R. J. C., C. A. M. Perez, D. Rabêlo, P. A. Souza, M. Giongo & A. F. Santos. Estudo quali-quantitativo e percepção ambiental da arborização do setor Jardim Sevilha, Gurupi – TO. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 2018; 12: 53-68.