



FENOLOGIA DE PLANTAS HEMIPARASITAS E SUAS HOSPEDEIRAS NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO, BRASIL

Geisa Batista Izidório¹, Ariade Nazaré Fontes da Silva², Daniel Portela Wanderley de Medeiros¹

Resumo – O objetivo deste estudo foi verificar se há correlação entre o comportamento fenológico das hemiparasitas e de seus hospedeiros e com a precipitação. O estudo foi realizado em uma área do Parque Estadual Mata da Pimenteira em Serra Talhada, Pernambuco que abriga vegetação de Caatinga. Para análise fenológica, foram escolhidos aleatoriamente 10 indivíduos de *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl e *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. estando cada indivíduo parasitado por *Phoradendron* sp. (Santalaceae) e uma espécie de Loranthaceae, respectivamente. As fenofases foram divididas em abscisão e emissão foliar, floração e frutificação. A frequência de ocorrência das fenofases foi calculada na Estatística Circular. Além disso, realizamos os testes Coeficiente de Pearson (r), Coeficiente de Spearman (rs) e o teste F (Watson-Williams). Os resultados mostram que apenas a frutificação de *C. flexuosa* está correlacionada com a precipitação. Enquanto em *A. urundeuva* a correlação foi no brotamento foliar. Entre as hemiparasitas, somente a floração de Loranthaceae correlacionou-se inversamente com a chuva acumulada. A sincronização entre as fenofases dos indivíduos de *C. flexuosa* e *Phoradendron* sp. ($p < 0,05$) ocorreram apenas nos eventos vegetativos. As fenofases vegetativas de *A. urundeuva* e Loranthaceae mostraram sincronia em todo período de estudo, enquanto as reprodutivas, foram no período de agosto/2013-julho/2015 e agosto/2013-julho/2014 e agosto/2015-julho/2016. Sugere-se que as fenofases das hemiparasitas não acompanham sempre ou obrigatoriamente as de seus hospedeiros, sendo assim, necessários estudos fisiológicos destas espécies para esclarecer essas questões.

Palavras-chave: caatinga, fenofase, precipitação, sazonalidade.

PHENOLOGY OF HEMIPARASTIC PLANTS AND THEIR HOSTS IN THE SEMI-ARID PERNAMBUCO, BRAZIL

Abstract – The objective of this study was to verify if there is a correlation between the phenological behavior of hemiparasites and their hosts and with precipitation. The study was carried out in an area of the Mata da Pimenteira State Park in Serra Talhada, Pernambuco, which harbors Caatinga vegetation. For phenological analysis, 10 individuals of *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl and *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. were randomly selected, each individual being parasitized by *Phoradendron* sp. (Santalaceae) and a species of Loranthaceae, respectively. The phenophases were divided into abscission and leaf emission, flowering, and fruiting. The frequency of occurrence of the phenophases was calculated using circular statistics. In addition, we performed the Pearson correlation coefficient (r), Spearman correlation coefficient (rs), and the F-test (Watson-Williams). The results show that only the fruiting of *C. flexuosa* is correlated

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Curso de Ciências Biológicas, Av. Gregório Ferraz Nogueira, s/n, José Tomé de Souza Ramos, CEP: 56909-535, Serra Talhada, PE. E-mail: dpwmedeiros@gmail.com
2. Pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão (PPGBC-UFMA). E-mail: ariadefontes@gmail.com.

with rainfall. While in *A. urundeuva* the correlation was with leaf budding. Among the hemiparasites, only the flowering of *Loranthaceae* was inversely correlated with accumulated rainfall. Synchronization between the phenophases of *C. flexuosa* and *Phoradendron* sp. individuals ($p < 0.05$) occurred only in vegetative events. The vegetative phenophases of *A. urundeuva* and *Loranthaceae* showed synchrony throughout the study period, while the reproductive phenophases were in the periods August 2013-July 2015, August 2013-July 2014, and August 2015-July 2016. It is suggested that the phenophases of hemiparasites do not always or necessarily follow those of their hosts; therefore, physiological studies of these species are necessary to clarify these issues.

Keywords: caatinga, phenophase, precipitation, seasonality

INTRODUÇÃO

A fenologia pode ser um método fundamental para entender a complexidade da relação de plantas hemiparasitas e seus hospedeiros na Caatinga, já que o ciclo anual pode variar, a depender de fatores abióticos e bióticos que determinam a duração e intensidade das fenofases (Tang et al., 2016; Medeiros et al., 2022). Além disso, o parasitismo pode causar interferências no crescimento e fisiologia da planta hospedeira, bem como, beneficiar a planta parasita (Galdiano, Calixto, Torezan-Silingardi, 2023).

Assim, nessa perspectiva de efeitos negativos e positivos, Vasconcelos & Melo (2016) destacam que algumas plantas hemiparasitas possuem indiretamente importância econômica, por causarem danos a produções agrícolas. Em contrapartida, algumas espécies podem ser utilizadas como medicinais e, além disso, podem indicar a qualidade do ambiente (Rigon, 2011). Contudo, além dos fatores supracitados, Těšitel et al. (2020) também destacam a importância de espécies parasitas nativas na estrutura vegetal de comunidades terrestres, destacando o quanto esse grupo de plantas podem contribuir para a conservação da biodiversidade. Demonstrado assim, a necessidade de estudos que possam esclarecer padrões ecológicos na relação das espécies hospedeiras e seus parasitas em Unidades de Conservação.

Assim, este trabalho tem como objetivo investigar a fenologia de espécies de hemiparasitas e seus hospedeiros no semiárido pernambucano, analisando se há correlação no comportamento fenológico das hemiparasitas com seus hospedeiros e verificar a relação dos fatores abióticos com as fenofases.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Parque Estadual Mata da Pimenteira - PEMP (07°53'21"S, 38°18'42"W) em uma área de amortecimento, localizada no Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, situado no município de Serra Talhada, Pernambuco. O Parque ocupa 887,24 ha abrigando vegetação de Caatinga (Santos et al., 2013). Apresenta clima quente e seco do tipo BSW_h e os índices

pluviométricos estão distribuídos de dezembro a maio (Silva & Almeida, 2013).

As observações fenológicas foram realizadas no período de agosto de 2013 a agosto de 2016 a cada quinze dias. Foram escolhidos aleatoriamente 10 indivíduos de *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl (feijão-bravo) que hospedavam indivíduos da espécie hemiparásita *Phoradendron* sp. (Santalaceae) e 10 indivíduos de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. (aroeira) que hospedavam uma espécie de Loranthaceae. Foi feito acompanhamento fenológico dos indivíduos das espécies hospedeiras e de 1 a 3 indivíduos de hemiparásitas, dependendo da quantidade em cada forófito. As espécies hemiparásitas e seus hospedeiros foram coletados e herborizados de acordo com a metodologia de Peixoto e Maia (2013). Em seguida o material botânico foi identificado e depositado no herbário da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural Pernambuco (UFRPE).

As fenofases foram divididas em abscisão e emissão foliar, floração e frutificação. A emissão foliar foi determinada pela presença de primórdios foliares, frequentemente de cor verde-claro (Parente et al., 2009). A abscisão foliar corresponde aos galhos desfolhados e as folhas expostas sobre o solo. Já a floração incluiu da produção de gemas até a antese floral, enquanto a frutificação abrangeu, das primeiras produções visíveis a queda do fruto (Amorim et al., 2009).

A taxa de intensidade de cada fenofase, foi avaliada pelo método de Fournier (1974), que considera uma escala intervalar de cinco categorias com intervalos de 25% entre cada uma (Bencke e Morellato, 2002). A frequência de ocorrência de cada espécie nas fenofases foi calculada em ângulos, utilizando a Estatística Circular e partir desta análise foram obtidos os seguintes parâmetros: o ângulo médio (μ) e sua conversão para data média do evento; o vetor r , que é a medida da concentração das fenofases das espécies em torno do ângulo médio (valores entre 0-1); e o limite de confiabilidade (teste de Rayleigh) para cada variável fenológica. A análise foi realizada no programa Oriana 4.01 (Kovach Computing Services Software, 2009).

Para verificar se houve correlação entre as fenofases e a precipitação acumulada, realizamos as seguintes análises; o Coeficiente de Correlação de Spearman (r_s), teste não-paramétrico e Coeficiente de Pearson (r) e o teste de normalidade Lilliefors no programa estatístico BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007). E utilizou-se o teste Watson-Williams (F), para verificar a existência ou não de sincronia nas fenofases das espécies hemiparásitas com as de seus hospedeiros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indivíduos de *Cynophalla flexuosa* apresentaram brotamento foliar ao longo de todos os anos, com maior intensidade (75%) nos meses de junho e julho/2015 (Figura 1). Nesses meses a

precipitação foi baixa, variando de 11,2 mm e 35,4 mm, respectivamente (Figura 2). Os dados seguiram tendência bimodal para ago/2013-jul/2014, e unimodal no período de ago/2014-jul/2015 e ago/2015-jul/2016, com baixa sazonalidade nos três anos (Tabela 1).

Almeida Neto et al. (2011) destacam que, em ambientes de longa estiagem, *C. flexuosa* emite lentamente ramos nos meses de março a agosto, favorecendo a permanência das folhas ao longo dos anos. Além disso, estudos em áreas do semiárido nordestino mostram que, indivíduos desta espécie, mantêm a copa com folhas durante todo o ano, corroborando com os resultados encontrados neste estudo (Amorim et al. 2009).

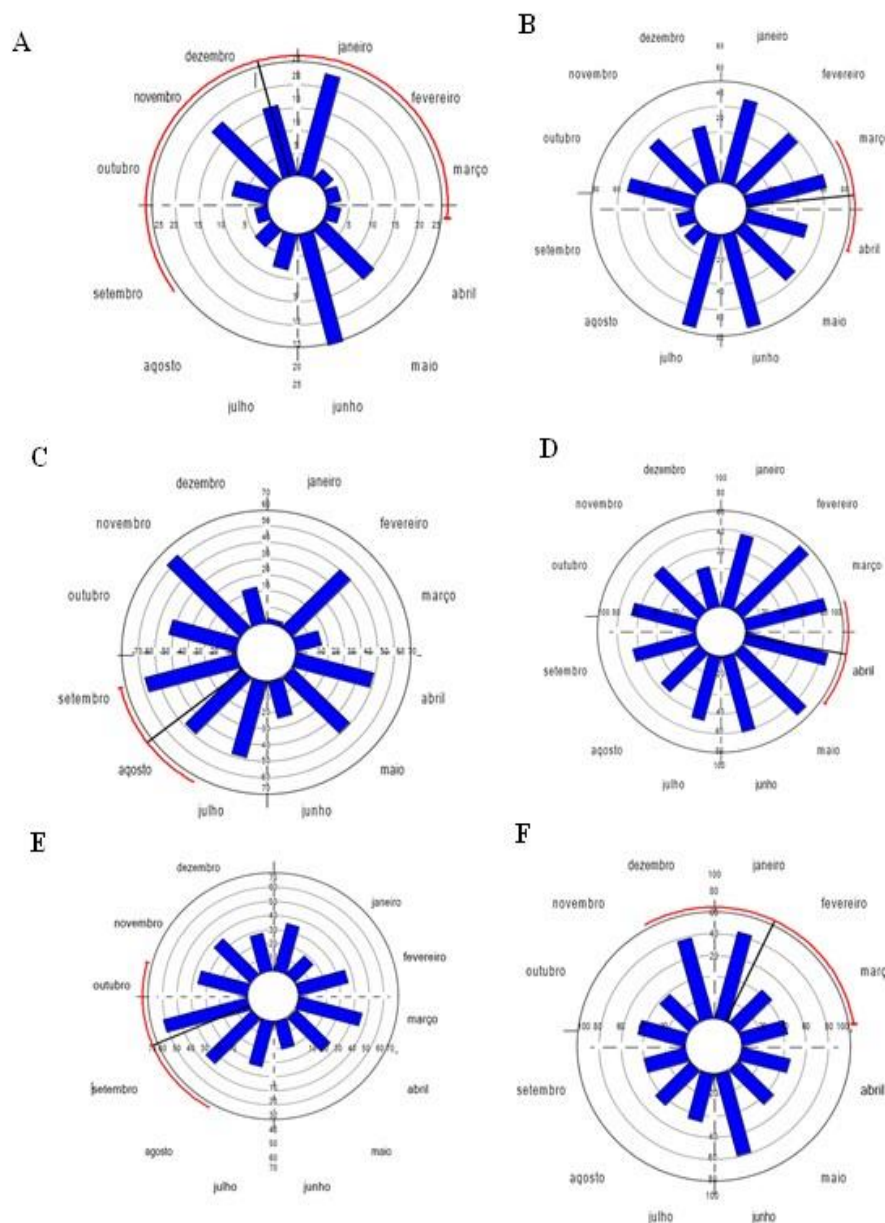


Figura 1- Análise do padrão sazonal de brotamento foliar e abscisão foliar de *C. flexuosa* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada – PE. A - brotamento foliar - agosto/2013-julho/2014; B - brotamento foliar - agosto/2014-julho/2015 e C - brotamento foliar - agosto/2015-julho/2016. D - abscisão foliar - agosto/2013-julho/2014; E - abscisão foliar - agosto/2014-julho/2015 e F - abscisão foliar - agosto/2015-julho/2016.

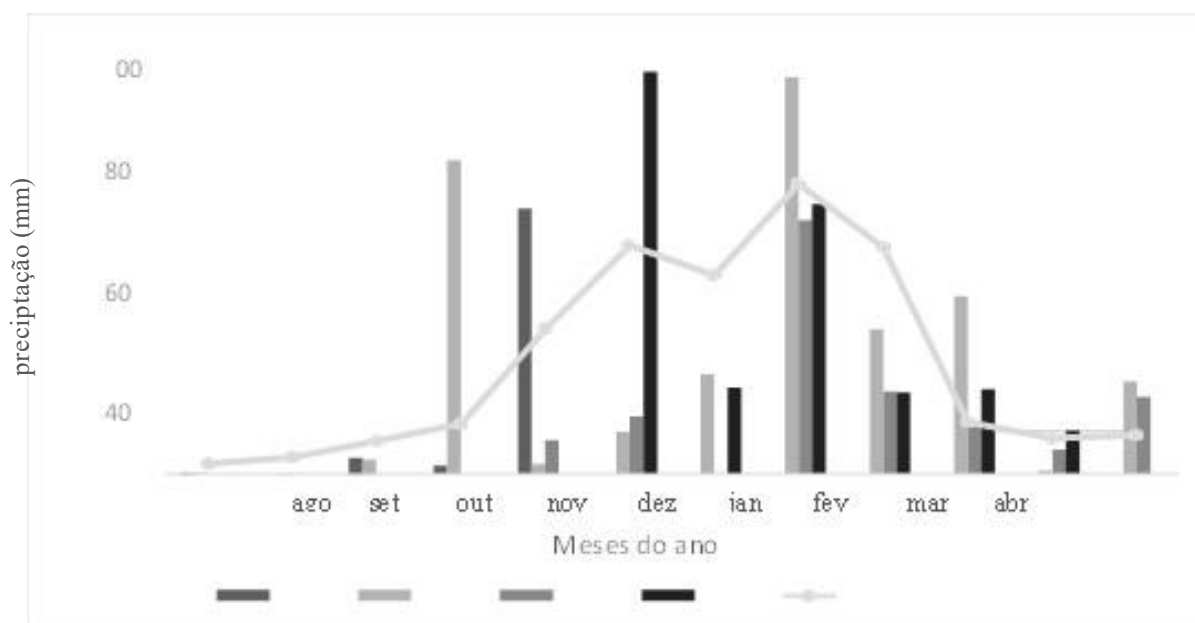


Figura 2 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) de agosto de 2013 a julho de 2016, para o município de Serra Talhada-PE. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Tabela 1- Estatística circular do brotamento e abscisão foliar em *C. flexuosa* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z - medida de significância do ângulo médio, p- nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Brotamento foliar			Abscisão foliar		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
r	0,063	0,127	0,153	0,109	0,101	0,058
μ	344,56°	84,009°	232,37°	100,303°	247,328°	25,694°
DPC	134,752°	116,384°	110,941°	120,625°	122,668°	136,882°
RayleigZ	0,515	10,091	11,085	10,413	4,342	2,092
p	0,598	4,15x E-05	1,53xE-05	3,00xE5	0,013	0,123

Já a abscisão foliar de *Cynophalla flexuosa* ocorreu com maior frequência no período de ago/2013-jul/2014 e ago/2014-jul/2015 e houve uma diminuição entre ago/2015-jul/2016. Contudo, a maior intensidade (93,7%) dessa fenofase foi observada no mês de fevereiro/2014 (Figura 3) sendo que nesse mês a precipitação foi 45,7 mm (Figura 2). Durante os três anos a sazonalidade foi baixa (Tabela 1).

Neste contexto, Lima (2010), ao analisar a fenologia de espécies lenhosas da Caatinga, observou que o brotamento e a abscisão foliar de *C. flexuosa* não apresentam um padrão consistente, já que ocorrem em momentos diferentes ao longo do ano. Almeida Neto et al. (2011) explicam que o déficit hídrico é um fator ambiental que afeta diretamente o desenvolvimento da planta, tendo como consequências a diminuição da área foliar, fechamento dos estômatos e queda das folhas.

A floração de *C. flexuosa* ocorreu em todos os anos de estudo, registrando maior intensidade

(19,25%) nos meses de dezembro/2013 e março/2016 (Figura 3, Tabela 2). Nestes meses, a precipitação foi 121,8 mm e 123,7 mm, respectivamente (Figura 2). A sazonalidade foi alta nos períodos de ago/2013-jul/2014 e ago/2014-jul/2015, e baixa em ago/2015-jul/2016, o que pode demonstrar uma relação direta da floração com a sazonalidade. Neste contexto, Fabricante et al. (2009), sugerem uma relação entre a emissão de botões florais e a estacionalidade, já que no Cariri paraibano, os botões florais de indivíduos de *C. flexuosa* emergem no final da seca e início das chuvas. Já Amorim et al. (2009), apoiados por outras pesquisas, concluíram que o feijão-bravo pode ter múltiplas florações, seja na época seca ou de chuvas.

Já a frutificação, ocorreu nos períodos de ago/2013-jul/2014 e ago/2014-jul/2015, registrando maior intensidade (17,5%) nos meses de janeiro/2014 e julho/2016 (Figura 3). A precipitação nestes meses foi de 19,3 mm e 0 mm, respectivamente (Figura 2). A sazonalidade foi alta em ago/2013-jul/2014 e ago/2014-jul/2015, e baixa em ago/2015-jul/2016. Os eventos de frutificação de *C. flexuosa* deste estudo, não coincidem com dados encontrados por Fabricante et al. (2009), que analisaram a espécie no Cariri paraibano. Fabricante et al. (2009) observaram uma ausência de sincronia na produção de frutos, já que no primeiro ano do estudo houveram poucos frutos nos meses de fevereiro e março, enquanto que, no segundo ano, a maior intensidade dessa fenofase ocorreu nos meses de novembro a março.

Já Lima (2010), ao correlacionar as fenofases reprodutivas com a sazonalidade, observou que o feijão-bravo (*C. flexuosa*) floresce no período seco e frutifica entre a estação seca e a chuvosa. Baseado nos estudos supracitados, cabe destacar, que é difícil identificar os fatores que interferem nas fenofases de *C. flexuosa*, por se tratar de uma espécie forrageira que apresenta constantes flutuações no seu crescimento e floração (Pinto et al., 2006).

Em relação à espécie *Astronium urundeuva*, o brotamento foliar da mostrou-se significativo em todo o período de estudo ($p = <1E^{-12}$), com pico (100%) nos meses de janeiro e dezembro/2014, janeiro, março e abril/2015 e janeiro, fevereiro, abril, maio e junho/2016 (Figura 4). No período do estudo, as maiores precipitações foram em março/2015 com 116,7 mm e janeiro/2016 com 184,5 mm (Figura 2) e o vetor r indica sazonalidade em todos os períodos do estudo (Tabela 3). As variações nos meses de ocorrência do brotamento foliar de *A. urundeuva* podem ser explicadas pela dependência que a espécie tem com a chuva, como mencionado nos estudos de Lima (2010), Amorim et al. (2009) e Lima et al. (2013).

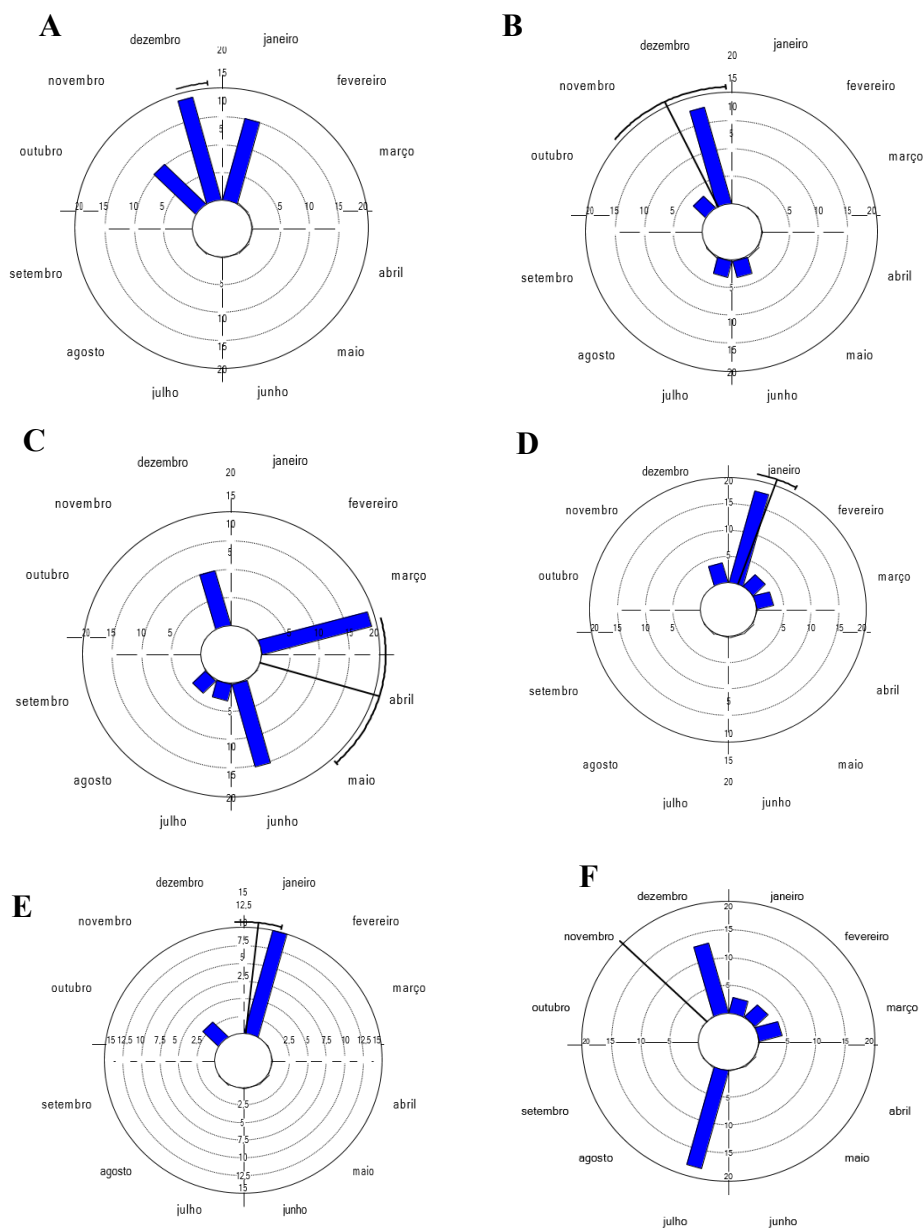


Figura 3 - Análise do padrão sazonal de floração e frutificação de *Cynophalla flexuosa* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada - PE. A - floração - agosto/2013-julho/2014; B - floração - agosto/2014-julho/2015 e C - floração - agosto/2015-julho/2016. D - frutificação - agosto/2013-julho/2014; E - frutificação - agosto/2014-julho/2015 e F - frutificação - agosto/2015-julho/2016.

Tabela 2 - Estatística circular da floração e frutificação de *Cynophalla flexuosa* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada - PE. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z- medida de significância do ângulo médio, p- nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Floração			Frutificação		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
r	0,936	0,573	0,353	0,927	0,939	0,043
μ	348,519°	333,69°	106,405°	19,692°	6,052°	314,144°
DPC	20,791°	60,459°	82,66°	22,38°	20,389°	143,529°
Rayleigh Z	38,571	8,867	6,238	24,038	15,859	0,077
p	<1E-12	7,01XE-5	0,002	1,90xE-10	1,49xE-07	0,927

Assim como o brotamento, a abscisão foliar de *Astronium urundeuva* foi significativa em todos os anos de estudo ($p = <1E^{-12}$), com picos (100%) de outubro a dezembro/2013, setembro a novembro/2014, julho a novembro/2015 e julho/2016 (Figura 4). Durante estes períodos, a precipitação foi elevada nos meses de dezembro/2013 e novembro/2014 (Figura 2) ocorrendo influência da sazonalidade nos três anos da pesquisa (Tabela 3). Os resultados deste estudo corroboram com os dados obtidos por Kiill (2011) que registrou a produção de folhas novas de aroeira (*A. urundeuva*) durante períodos chuvosos e início da seca, enquanto que a queda de folhas se concentrou no período seco e início da estação chuvosa.

Tabela 3- Estatística circular do brotamento foliar e abscisão foliar em *Astronium urundeuva* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada - PE. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z - medida de significância do ângulo médio, p- nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Brotamento foliar			Abscisão foliar		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
r	0,625	0,698	0,532	0,528	0,597	0,755
μ	25,168°	51,006°	75,64°	277,957°	234,873°	255°
DPC	55,551°	48,543°	64,363°	64,709°	58,214°	42,955°
Rayleigh Z	116,795	256,594	192,804	166,176	224,394	285,016
p	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12

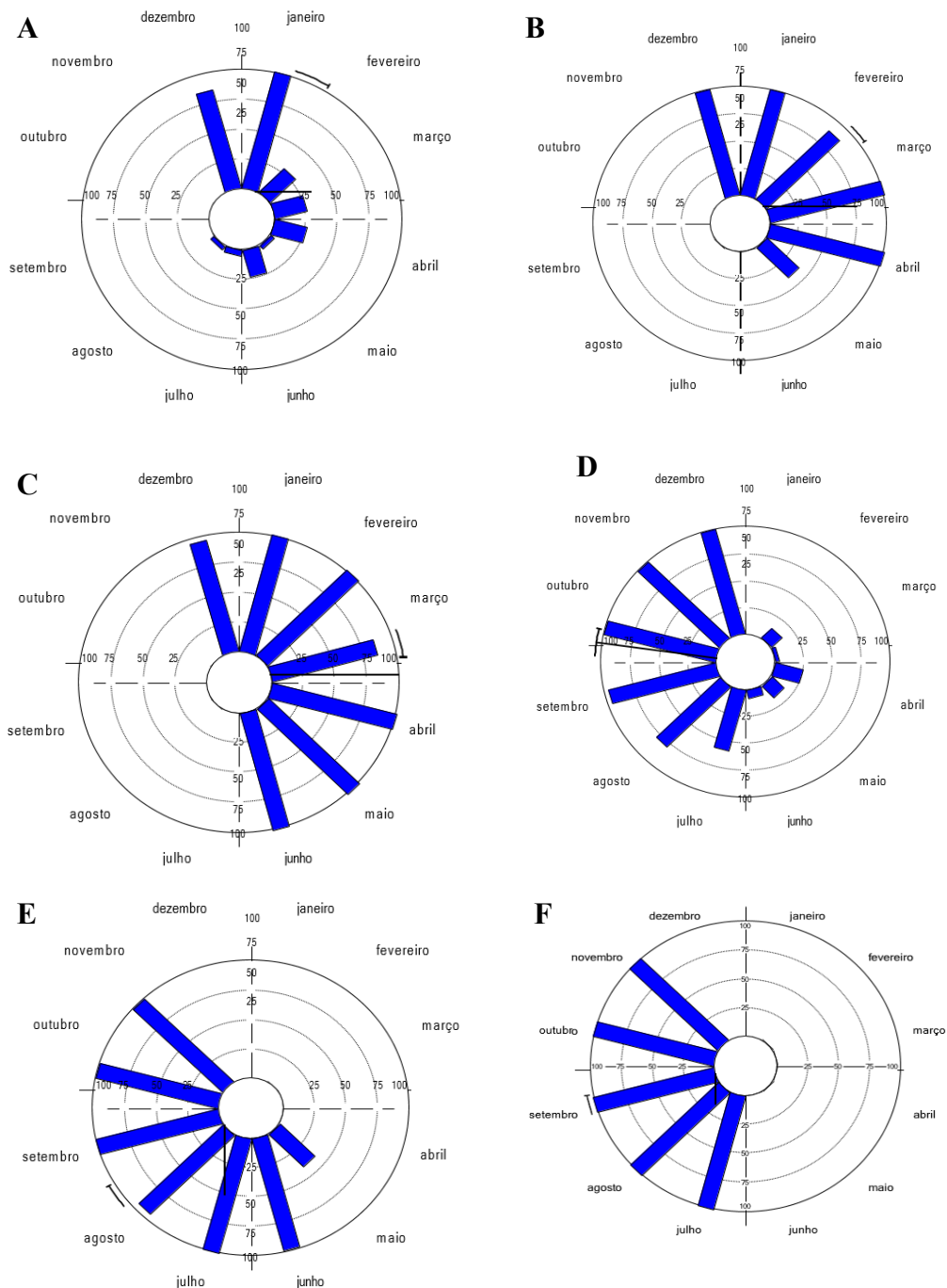


Figura 4 - Análise do padrão sazonal de brotamento e abscisão foliar de *Astronium urundeuva* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada – PE. A - brotamento foliar - agosto/2013-julho/2014; B - brotamento foliar - agosto/2014-julho/2015 e C- brotamento foliar - agosto/2015-julho/2016. D - abscisão foliar - agosto/2013-julho/2014; E - abscisão foliar - agosto/2014-julho/2015 e F - abscisão foliar - agosto/2015-julho/2016.

Os picos de floração de *A. urundeuva* ocorreram em setembro/2013 (77,5%) e julho/2015 (72,5%) (Figura 5). Nestes meses houve baixa ou ausência de precipitação (Figura 2) e a

sazonalidade foi alta durante todo o período de estudo (Tabela 4).

Já frutificação teve maior intensidade em outubro/2013 (26,2%), outubro/2014 (23,7%) e agosto/2015 (42,5%) (Figura 5). Nestes meses tivemos ausência de chuva acumulada e elevada sazonalidade (Tabela 4). Kiill (2011) verificou que a concentração da floração ocorre no período seco, inferindo que esta fenofase de *A. urundeuva* estaria relacionada a ausência de precipitação, enquanto que a produção de frutos teve concentração no final da seca e início da estação chuvosa. Além disso, Kiill (2011) reforça que os frutos da aroeira (*A. urundeuva*) são dispersos pelo vento, logo a estação seca favorece a dispersão por ser um período em que a planta está sem ou com poucas folhas.

Tabela 4- Estatística circular da floração e frutificação de *A. urundeuva* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada - PE. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z- medida de significância do ângulo médio, p- nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Floração			Frutificação		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
r	0,878	0,777	0,981	0,876	0,876	0,834
μ	241,129°	229,982°	264,896°	289,171°	268,809°	265,039°
DPC	29,223°	40,692°	11,241°	29,495°	29,434°	34,544°
Rayleigh Z	175,005	175,122	28,867	56,773	52,227	88,296
p	<1E-12	<1E-12	3,49E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12

O brotamento foliar da hemiparasita do feijão-bravo, *Phoradendron* sp., ocorreu em todos os meses, sendo significativo apenas no período ago/2013-jul/2014. O mês de maior intensidade (65,7%) foi fevereiro/2015 (Figura 6). Já a abscisão foliar foi significativa nos períodos ago/2013-jul/2014 e ago/2015-jul/2016 e ocorreu em todos os meses, com pico (57,9%) em novembro/2015 (Figura 6). Todos os períodos supracitados foram de baixa sazonalidade (Tabela 5) e durante os picos de intensidade do brotamento, a precipitação foi ausente (Figura 2).

Tabela 5 - Estatística circular do brotamento e abscisão foliar em *Phoradendron* sp. referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada - PE. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z - medida de significância do ângulo médio, p- nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Brotamento foliar			Abscisão foliar		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
r	0,113	0,043	0,079	0,191	0,076	0,141
μ	144,345°	27,258°	204,365°	31,681°	141,403°	261,911°

DPC	119,755°	143,618°	129,194°	104,308°	130,004°	113,338°
Rayleigh Z	4,764	1,165	2,799	12,581	2,074	10,29
p	0,009	0,312	0,061	3,44E-06	0,126	3,40E-05

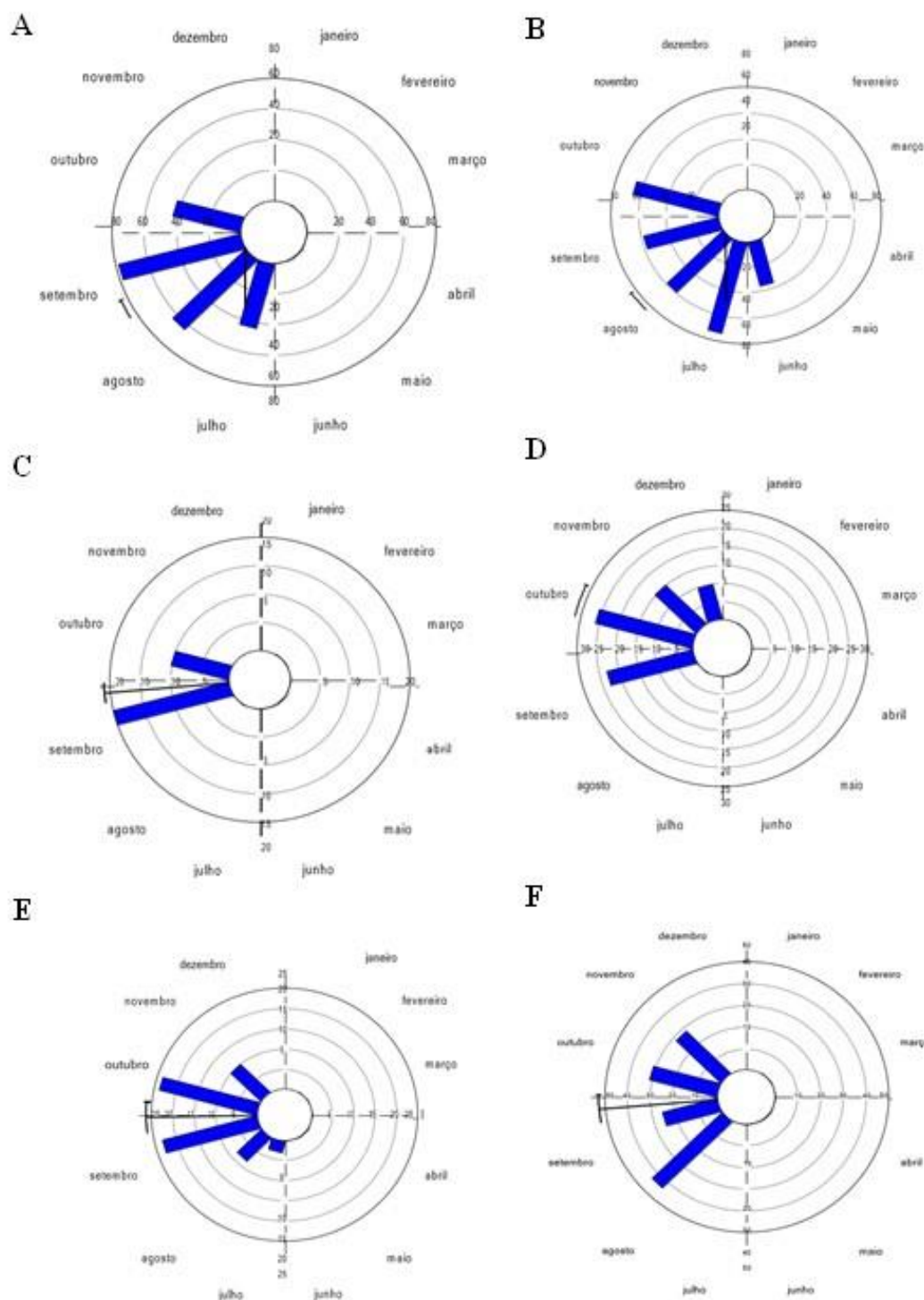


Figura 5 - Análise do padrão sazonal de floração e frutificação de *Astronium urundeuva* referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada – PE. A - floração-agosto/2013-julho/2014; B - floração - agosto/2014-julho/2015 e C - floração - agosto/2015-julho/2016. D - frutificação-agosto/2013-julho/2014; E - frutificação - agosto/2014-julho/2015 e F - frutificação - agosto/2015-julho/2016.

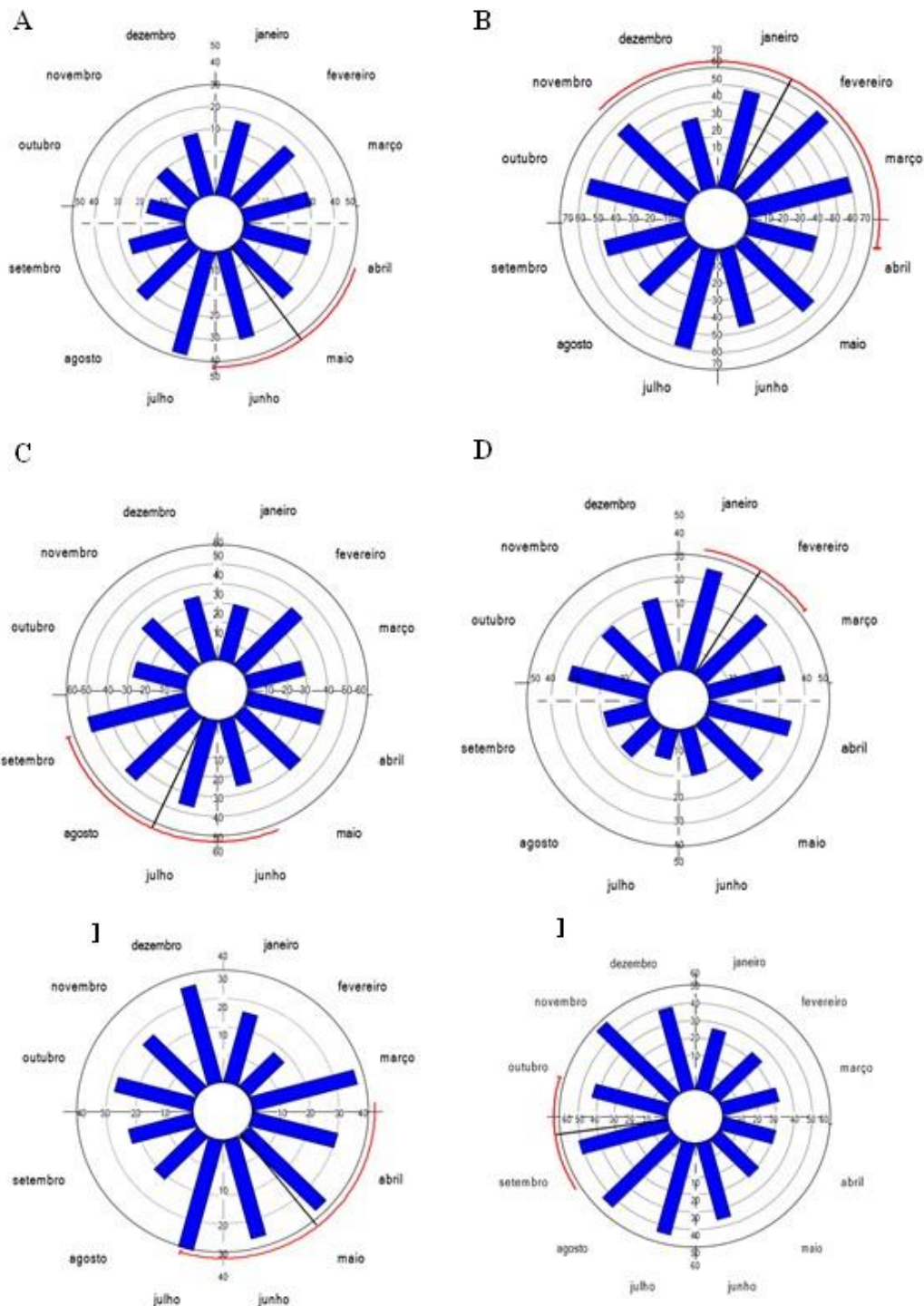


Figura 6 - Análise do padrão sazonal de brotamento e abscisão foliar da hemiparasita *Phoradendron* sp. referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada – PE. A - brotamento foliar - agosto/2013-julho/2014; B - brotamento foliar - agosto/2014-julho/2015 e C - brotamento foliar - agosto/2015-julho/2016. D - abscisão foliar - agosto/2013-julho/2014; E - abscisão foliar - agosto/2014-julho/2015 e F - abscisão foliar - agosto/2015-julho/2016.

A floração de *Phoradendron* sp. apresenta padrão sazonal com pico de intensidade (59%) em agosto/2013 (Figura 7) e baixa sazonalidade de acordo com o vetor de concentração (r). Em contrapartida, a frutificação não apresentou uma tendência sazonal (Tabela 6), sendo, o mês de

abril/2014 com maior pico (81,5%) de atividade (Figura 7), o qual registrou 66,6 mm de precipitação.

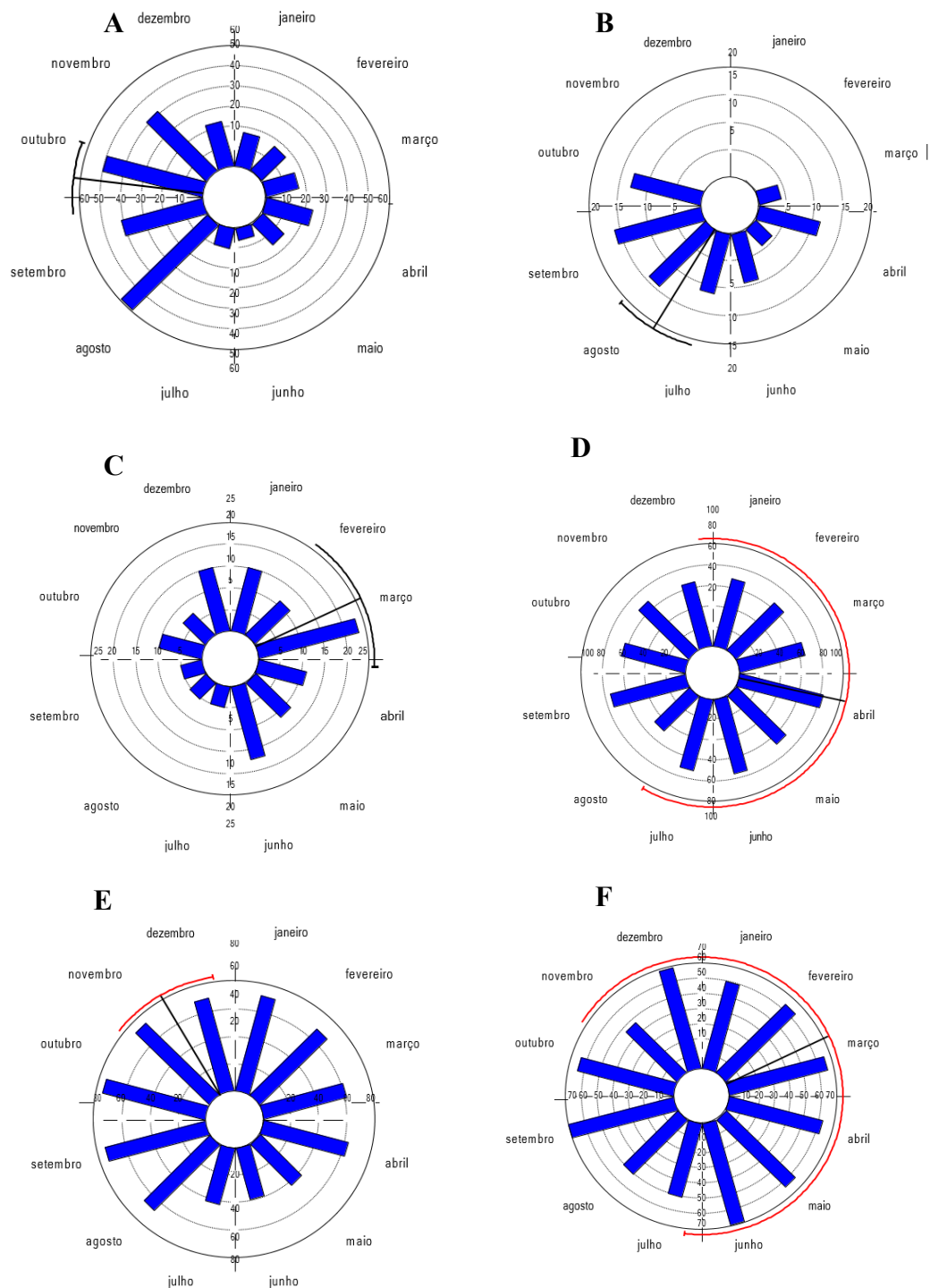


Figura 7 - Análise do padrão sazonal de floração e frutificação da hemiparasita *Phoradendron* sp. referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada – PE. A - floração-agosto/2013-julho/2014; B - floração - agosto/2014-julho/2015 e C - floração -agosto/2015-julho/2016. D - frutificação - agosto/2013-julho/2014; E - frutificação - agosto/2014- julho/2015 e F - frutificação - agosto/2015-julho/2016.

Tabela 6 - Estatística circular da floração e frutificação em *Phoradendron* sp referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada - PE. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z- medida de significância do ângulo médio, p- nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Floração			Frutificação		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
r	0,33	0,5	0,237	0,026	0,133	0,024
μ	276,903°	211,365°	64,609°	102,421°	329,685°	64,454°
DPC	85,329°	67,426°	97,278°	154,941°	115,139°	156,516°
Rayleigh Z	34,391	20,529	7,559	0,539	13,097	0,42
p	<1E-12	1,21E-09	5,22E-04	0,583	2,05E-06	0,657

O brotamento foliar dos indivíduos da espécie de Loranthaceae apresentaram padrão sazonal nos períodos 2014-2015 e 2015-2016. Esta fenofase foi registrada em todos os meses de estudo, com pico (57,2%) no mês de março/2015 (Figura 14). Nesse mês, a precipitação registrou 116,7 mm. Já a abscisão foliar apresentou padrão não sazonal/bimodal (Tabela 7) e os meses de maior intensidade foram junho e julho/2014 (72,3% e 71,5%, respectivamente) (Figura 8). Apenas em julho deste ano foi registrado chuva com 42,5 mm.

Em comparação com outras espécies hemiparasitas da família Loranthaceae, Mourão (2011) verificou que durante o período de seca, a espécie *Struthanthus flexicaulis* (Mart.) Mart. investiu mais em crescimento vegetativo, enquanto, a quantidade de estruturas reprodutivas foi maior na estação chuvosa. Já a espécie *Struthanthus polyanthus* (Mart.) Mart. emitiu folhas novas no período de junho a dezembro, sendo os meses de agosto e outubro de maior intensidade, no entanto, os indivíduos que possuem flores masculinas, o brotamento ocorreu de maio a dezembro (Teodoro, 2013).

Tabela 7 - Estatística circular do brotamento e abscisão foliar em Loranthaceae referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada - PE. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z - medida de significância do ângulo médio, p- nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Brotamento foliar			Abscisão foliar		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
R	0,012	0,094	0,101	0,041	0,05	0.06
μ	344,626°	111,955°	156,137°	160,677°	345,464°	306,57°
DPC	170,667°	124,55°	122,676°	144,581°	140,249°	135,759°
Rayleigh Z	0,048	4,46	4,963	1,241	1,345	2,366
p	0,953	0.012	0.007	0,289	0,261	0,094

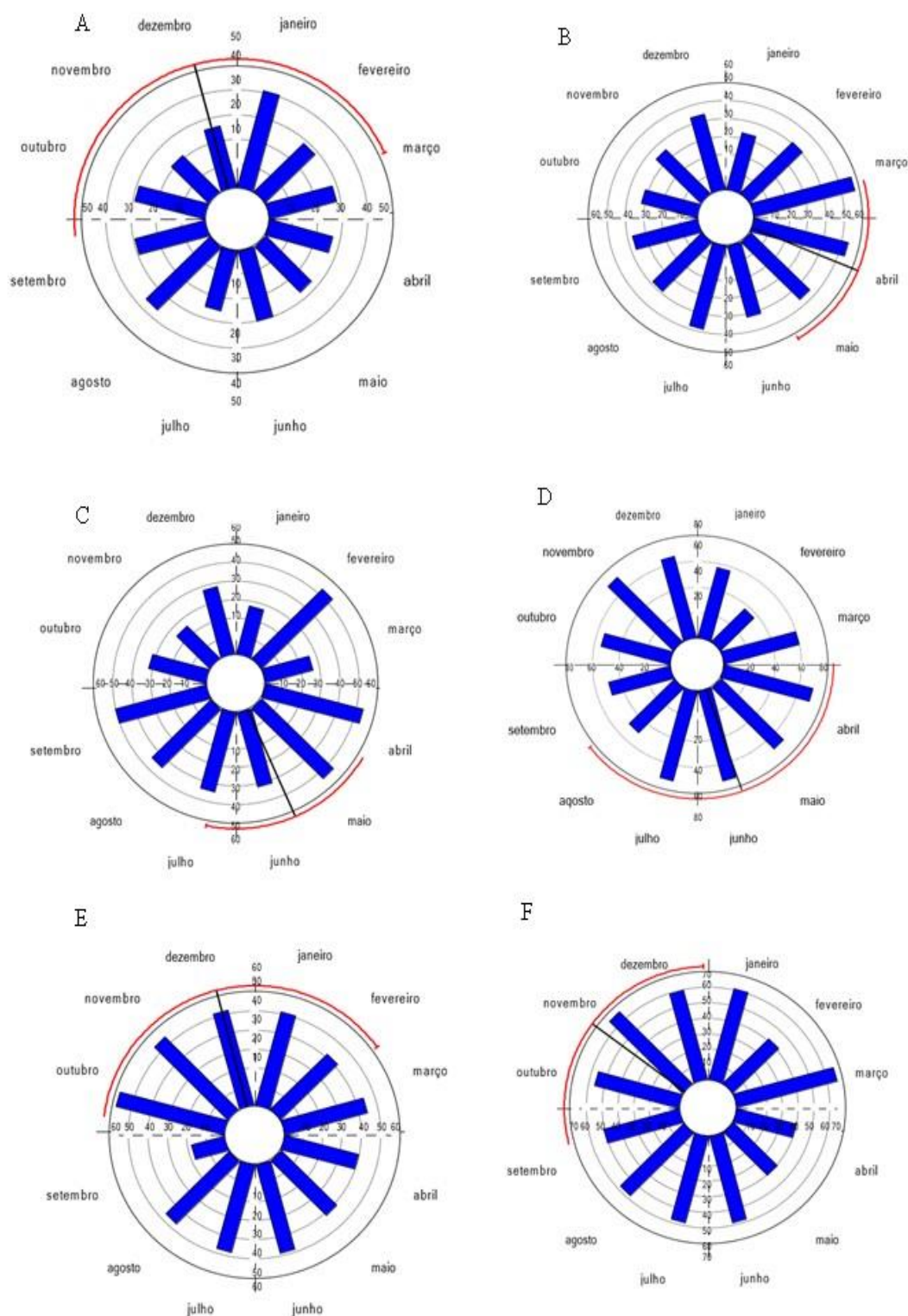


Figura 8- Análise do padrão sazonal de brotamento abscisão foliar da hemiparasita Loranthaceae referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada – PE. A - brotamento foliar - agosto/2013-julho/2014; B - brotamento foliar - agosto/2014-julho/2015 e C - brotamento foliar - agosto/2015-julho/2016. D - abscisão foliar - agosto/2013-julho/2014; E - abscisão foliar - agosto/2014- julho/2015 e F - abscisão foliar - agosto/2015-julho/2016.

A floração e a frutificação dos indivíduos de Loranthaceae apresentaram padrão sazonal/unimodal ($p < 1E^{-12}$) (Tabela 8). A floração foi observada de julho à dezembro no período de realização do estudo (Figura 9) no qual, corresponde ao início da seca até o início das chuvas no município de Serra Talhada (Figura 2). O vetor r indica alta sazonalidade. A frutificação foi observada de setembro à março nos anos de estudo (Figura 9), correspondendo ao período final da seca até às chuvas (Figura 2), com vetor indicando alta sazonalidade no período de 2013-2014 e 2014-2015.

No trabalho realizado por Caires et al. (2009) a espécie hemiparasita *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler também da família Loranthaceae, produziu os frutos no mês de abril permanecendo até novembro, com picos de junho a agosto. Já Teodoro (2013) ao analisar a fenologia *Struthanthus polyanthus* verificou que o surgimento dos botões florais ocorre entre os meses de agosto à dezembro, com maior intensidade em setembro, e a frutificação, para os indivíduos com flores femininas, aconteceram em novembro e dezembro (no primeiro ano de estudo - 2011) e de outubro até maio (segundo ano de estudo - 2012).

Vasconcelos & Melo (2016) informam em seu trabalho ocorrências das fenofases reprodutivas de algumas espécies de hemiparasitas, como a exemplo de *Psittacanthus cordatus* (Hoffmanns.) G.Don que tem sua floração em maio, junho e agosto. Já *Struthanthus rotundifolius* (A.St.-Hil.) Kostel. flora em junho, setembro e outubro, frutificando em fevereiro, março e junho; *Struthanthus polyrrhizus* (Mart.) Mart. apresenta flores em janeiro, fevereiro, março, maio, julho, agosto, setembro e outubro, frutificando em setembro e outubro; enquanto *Struthanthus syringifolius* (Mart.) Mart. flora em agosto e outubro e frutifica em janeiro.

Tabela 8 - Estatística circular da floração e frutificação da espécie de Loranthaceae referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada. r - vetor (medida de concentração); μ - ângulo médio; DPC — desvio padrão circular; Teste de Rayleigh Z- medida de significância do ângulo médio, p - nível de decisão de hipótese.

Estatística circular	Floração			Frutificação		
Anos	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
r	0,79	0,61	0,724	0,775	0,527	0,206
μ	264,478°	269,501°	250,528°	8,713°	336,132°	46,911°
DPC	39,307°	56,997°	46,03°	40,859°	64,848°	101,829°
Rayleigh Z	156,773	54,644	157,334	92,61	66,108	8,539
p	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	1,96E-04

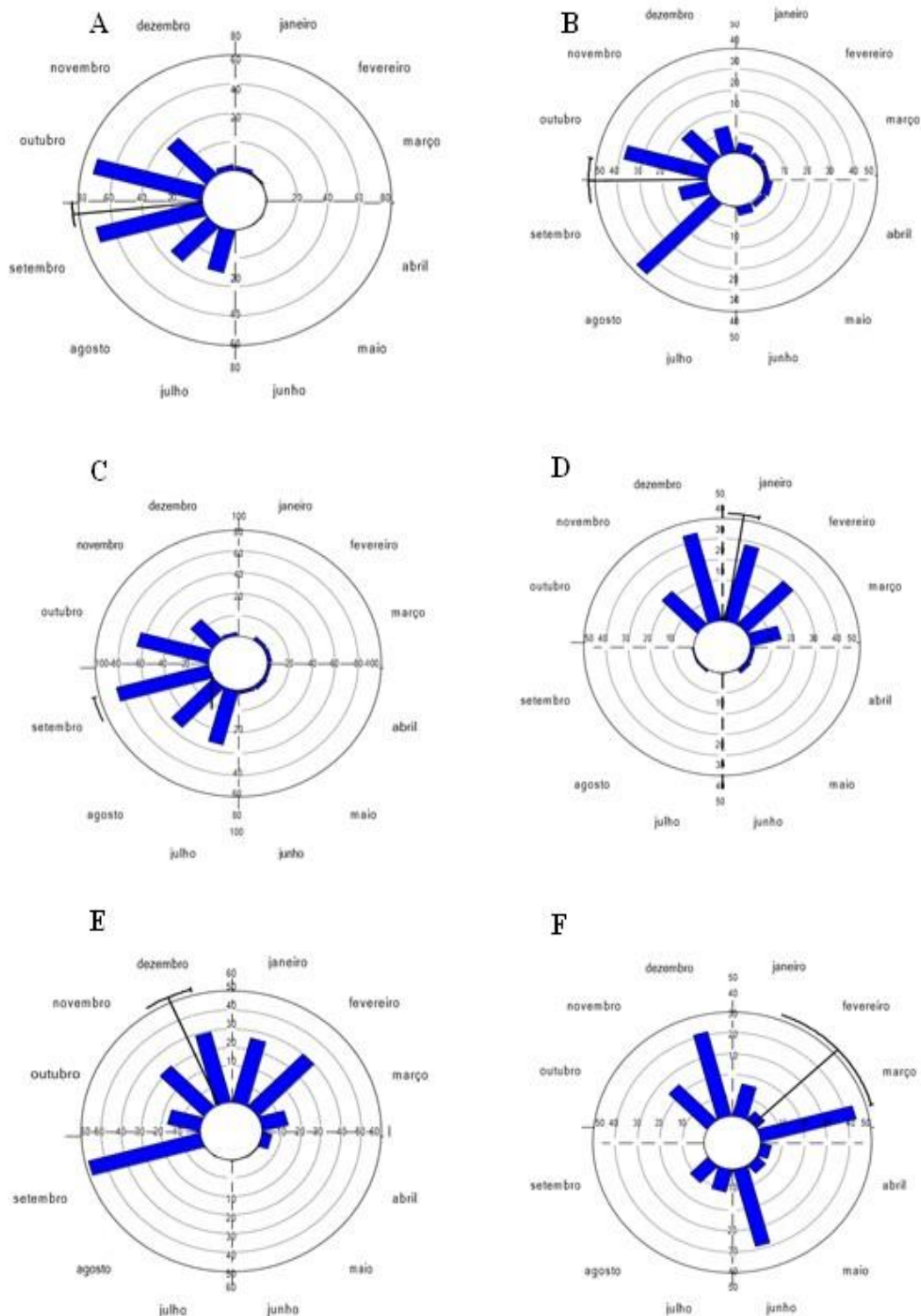


Figura 9 - Análise do padrão sazonal de floração e frutificação da hemiparasita Loranthaceae referente ao período de agosto/2013 a julho/2016 realizado no PEMP, Serra Talhada – PE. A - floração -agosto/2013-julho/2014; B - floração - agosto/2014-julho/2015 e C - floração -agosto/2015-julho/2016. D - frutificação -agosto/2013-julho/2014; E - frutificação - agosto/2014-julho/2015 e F - frutificação - agosto/2015-julho/2016.

As condições ambientais influenciam na fisiologia dos vegetais e em suas estratégias de sobrevivência, por isso, as informações sobre habitats são importantes para entendermos a dinâmica das populações (Andrade et al., 2009).

De acordo com o teste de normalidade, os dados não são paramétricos ($p < 0,05$), exceto as variáveis brotamento foliar (*Phoradendron* sp. e Lanthaceae) e abscisão foliar (Lanthaceae), por este motivo foi usado o teste de Coeficiente de Pearson (r) para verificar a correlação dessas fenofases com a precipitação. Para as demais, utilizou-se o teste de Coeficiente de Spearman (r_s).

Para a espécie *C. flexuosa*, verificou-se correlação apenas entre a frutificação e precipitação ($p = 0,0218$), no entanto, com baixa relação ($r_s = 0,381$). Enquanto que para *A. urundeuva* verificou-se correlação negativa da abscisão foliar e floração com a precipitação ($p = 0,0104$, $r_s = -0,4217$; $p = 0,0178$, $r_s = -0,3925$, respectivamente), ou seja, os picos dessas fenofases acontecem na baixa ou ausência da chuva, corroborando com o estudo de Lima et al. (2013).

No trabalho realizado na Caatinga do Seridó com espécies lenhosas, Amorim et al. (2009) acreditam que os critérios de floração das plantas lenhosas possam estar relacionado a outros fatores abióticos, pois não foi observado relação clara com a precipitação. No nosso estudo, também não houve correlação entre as fenofases de *Phoradendron* sp. com a precipitação ($p > 0,05$). Somente a floração da Lanthaceae correlacionou moderada e inversamente com a chuva acumulada ($p < 0,0001$, $r_s = -0,6201$). Andrade et al. (2009) acreditam que as características do solo, luminosidade, distúrbios ambientais e outros fatores influenciam a estrutura populacional nos habitats de caatinga. Assim como a densidade da madeira e a capacidade de armazenar água podem interferir nas fenofases das plantas da Caatinga (Lima et al., 2013).

Embora a água não seja o único fator atuante na sobrevivência das plantas, a sua escassez induz as populações a aplicar estratégias do tipo r , aumentando sua densidade. Com isso, a distribuição das chuvas na região semiárida permite esclarecer a abundância e distribuição das espécies (Andrade et al., 2009).

Não houve sincronização entre as fenofases dos indivíduos de *C. flexuosa* e *Phoradendron* sp. ($p < 0,05$), exceto nos eventos vegetativos no período de agosto/2014 a julho/2016 ($p > 0,05$). As fenofases vegetativas (brotamento e abscisão foliar) dos indivíduos de *Astronium urundeuva* e Lanthaceae mostraram sincronia ($p > 0,05$) em todo período de estudo. Já as fenofases reprodutivas (floração e frutificação) das espécies supracitadas foram síncronas somente nos intervalos de anos de 2013 a 2015, 2013 a 2014 e 2015 a 2016, respectivamente.

As diferenças nas fenofases reprodutivas dos hospedeiros e hemiparasitas pode ser justificada pela diferença de fatores abióticos que cada espécie necessita para investirem na floração e frutificação. A exemplo da *Astronium urundeuva* que concentra a frutificação na seca, já que seus frutos são dispersos pelo vento, o que pode ser visto como uma estratégia da espécie, pois, neste período a planta está com poucas folhas (KILL, 2011). Além disso, outros fatores como a disponibilidade de nutrientes e a disponibilidade de recursos para os agentes dispersores podem

justificar a não sincronia das fenofases reprodutivas. Contudo, por se tratar de correlações pioneiras, a inexistência de trabalhos semelhantes dificulta comparar os resultados aqui apresentados.

CONCLUSÕES

As informações obtidas neste trabalho mostram que na Caatinga as fenofases das espécies hemiparasitas não acompanham, sempre ou obrigatoriamente, as de seus hospedeiros e que a precipitação pode ser um fator abiótico importante nas manifestações simultâneas das fenofases de parasita e forófito, bem como a disponibilidade de recursos fornecidos pela planta hospedeira. Desta forma, cabe destacar a necessidade de estudos que relacionem as fenofases com outros fatores bióticos e abióticos, considerando as características ambientais e as particularidades de cada espécie.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, J. X.; ANDRADE, A. P. de; LACERDA, A. V. de; FÉLIX, L. P.; SILVA, D. S. da. Crescimento e bromatologia do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) em área de Caatinga no Curimataú paraibano, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, a. 2, p. 488-494, 2011.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; ARAÚJO, E. de L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p. 491-499, 2009.
- ANDRADE, W. M. de; LIMA, E. de A.; RODAL, M. de J. N.; ENCARNAÇÃO, C. R. F. da; Pimentel, R. M. de M. Influência da Precipitação na Abundância de Populações de Plantas da Caatinga. **Revista de Geografia**, v. 26, n.2, p.161–184, 2009.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. dos. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p. il. Acompanha CD-ROM, 2007.
- 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.
- CAIRES, C. S.; UCHÔA-FERNANDES, M. A. Frugivoria de larvas de *Neosilba* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) sobre *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler (Santalales, Loranthaceae) no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, n.2, p. 272-277, 2009.

- CAZETTA, E.; GALETTI, M. Frugivoria e especificidade por hospedeiros na erva-de-passarinho *Phoradendron rubrum* (L.) Griseb. (Viscaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.30, n.2, p.345-351, 2007.
- FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. Fenologia de *Capparis flexuosa* L. (Capparaceae) no Cariri Paraibano. **Revista brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.133-139, 2009.
- FOURNIER, L. A. Un Método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. **Turrialba**, Costa Rica, v.24, p.422-423, 1974.
- GALDIANO, M.S.; CALIXTO, E.S.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. Context-dependent outcomes in plant–plant interaction: impacts of abiotic factors and host plant on a hemiparasitic plant performance. **Plant Ecology**, v.224, p.239–253, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11258-023-01292-7>
- KIILL, L. H. P. Fenologia e Dispersão de Espécies da Caatinga Ameaçadas de Extinção. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. In: **Workshop de tecnologias e fisiologia de sementes e mudas de espécies arbóreas nativas da caatinga**, 3, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.
- KOVACH, W. L. **Oriana – Circular Statistics for Windows**. Version 3. Pentraeth, Wales: Kovach Computing Services, 2009.
- LIMA, A. L. A. **Tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas da caatinga, Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia. Programa de Pós-graduação em Botânica, 2010.
- MOURÃO, F. A. **Dinâmica do forrageamento da hemiparasita *Struthanthus flexicaulis* Mart. (Loranthaceae) e sua influência na estrutura da comunidade vegetal de campos rupestres ferruginosos-MG**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
- PARENTE, H. N. et al. Estudo fenológico do pinhão (*Jatropha mollissima* Baill.) em uma caatinga no Cariri paraibano. In: **Congresso Nacional Dos Estudantes de Zootecnia**, 19, Águas de Lindóia, 2009. p. 1-3, 2009.
- PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. **Manual de Procedimentos para Herbários**. INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos. Editora Universitária UFPE, Recife, 2013.
- PINTO, M. S. C.; CAVALCANTE, M. A. B.; ANDRADE, M. V. M. de Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas.

Revista Electrónica de Veterinaria, v. 7, n.4, 2006.

RIGON, J. **O gênero Phoradendron Nutt. (Viscaceae) no estado do Paraná, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, 2011.

SANTOS, E. M.; ALMEIDA, G. V. L.; OLIVEIRA, L. L. D. S. S.; MENESES, E. R. A.; GUEDES, M. V.; SACRAMENTO, A. C.; CYSNEIROS, G. S.; BEZERRA, L.; BRITO, J. V. A.; SANTOS, J. C. O Parque Estadual Mata da Pimenteira- Primeira Unidade de Conservação Estadual na Caatinga de Pernambuco . In: Santos, E. M. dos et al. (org.). **Parque Estadual Mata da Pimenteira: Riqueza Natural e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFRPE, Recife, Ed.1ª, cap. 1, p. 16-27, 2013.

SILVA, T. G. F.; ALMEIDA, A. Q. Climatologia e Características Geomorfológicas. In: Santos, E. M. dos et al. (org.). **Parque Estadual Mata da Pimenteira: Riqueza Natural e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFRPE, Recife, Ed.1ª, cap. 2, p. 30-37, 2013.

SOARES NETO, R. L.; JARDIM, J. G. Capparaceae no Rio Grande do Norte, Brasil. **Rodriguésia**, v.66, n.3, p.847-857, 2015.

TANG, J.; KÖRNER, C.; MURAOKA, H.; PIAO, S.; SHEN, M.; THACKERAY, S. J.; YANG, X. Emerging opportunities and challenges in phenology: a review. **Ecosphere** v.7, n.8 <https://doi.org/10.1002/ecs2.1436>

TEODORO, D. P. C. **História de vida de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae): variação fenológica e sazonal em um fragmento de Cerrado no Triângulo Mineiro**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Biologia, 2013.

VASCONCELOS, G. C. L.; MELO, J. I. M. Flora do Parque Nacional do Catimbau, PE, Brasil: Loranthaceae. **Hoehnea**, v.43, n.2, p.317-323, 2016.