

EFEITOS CLIMÁTICOS SOBRE A FENOLOGIA DE *Lindsaea lancea* (L.)

Bedd. (LINDSAEACEAE) EM FRAGMENTO DE FLORESTA

ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL

Andressa Müller, Simone Cunha, Fernando Junges e Jairo Lizandro Schmitt

RESUMO

Lindsaea lancea (L.) Bedd. é uma samambaia herbácea, terrícola, com potencial ornamental, que ocorre na América Central e do Sul. A fenologia dessa espécie foi acompanhada durante dois anos em um fragmento de Floresta Atlântica no município de Campo Bom, Rio Grande do Sul, Brasil. A produção foliar, esporângios em formação e senescência foliar foram monitorados e relacionados às variáveis climáticas. A sazonalidade dos eventos fenológicos foi testada por meio da estatística circular. A população apresentou produção e senescência foliar constantes, irregulares e as taxas médias anuais

equivalentes no biênio demonstraram que as plantas mantiveram o número de folhas estável. Essas fenofases foram desencadeadas pelo aumento da temperatura e do fotoperíodo. As folhas com esporângios em formação demonstraram sazonalidade, apresentando as maiores frequências de indivíduos e as maiores taxas médias em janeiro, repetidamente nos dois anos, relacionando-se com o aumento da temperatura e do fotoperíodo. A precipitação não foi boa preditora dos eventos fenológicos, resultado esperado para ambientes não sazonais quanto à distribuição de chuvas ao longo do ano.

Introdução

A fenologia estuda os intervalos regulares dos eventos vegetativos e reprodutivos causados por fatores que podem ser intrínsecos ou extrínsecos, influenciados principalmente pela precipitação, temperatura e fotoperíodo, ou ainda, por combinações entre esses fatores abióticos. As condições ambientais bióticas e abióticas definem o hábitat específico das samambaias, favorecendo o desenvolvimento, a presença e a abundância dessas plantas no espaço (Mehlreter, 2008).

A Floresta Atlântica é uma área considerada prioritária para a conservação e, devido a sua biodiversidade, é um *hotspot* mundial (Myers *et al.*, 2000). As florestas têm uma grande diversidade de samambaias e a Floresta Atlântica, no território

brasileiro, abriga a maior ocorrência dessas plantas (Tryon, 1985). Mundialmente são estimadas cerca de 9000 espécies de samambaias (Smith *et al.*, 2006). Para o Brasil, encontram-se aproximadamente 1111 espécies, dentre elas 331 ocorrem no Rio Grande do Sul e 217 são herbáceas terrícolas (Prado e Sylvestre, 2015). De acordo com Page (1979), as samambaias possuem uma importante parcela na diversidade das diferentes formações vegetais devido a suas variedades de formas de vida.

A sazonalidade no padrão de crescimento e reprodução é característica de plantas de regiões temperadas e de espécies tropicais localizadas em áreas com um regime de chuvas marcadamente sazonal (Sharpe, 1997). No entanto, os eventos fenológicos de plantas tropicais podem ocorrer

sazonalmente em locais com precipitação distribuída ao longo de todo o ano, em decorrência da presença de polinizadores, dispersores ou herbívoros (Mehlreter, 2008). Considerando que as samambaias não interagem com polinizadores e dispersores para reproduzir e dispersar (Barrington, 1993) esperavase que não apresentariam sazonalidade nos eventos reprodutivos e vegetativos (Tryon, 1960).

Entretanto, algumas espécies de samambaias herbáceas demonstram sazonalidade para alguma fenofase quando localizadas em ambientes sazonais para a precipitação (Sharpe e Jernstedt, 1990; Sharpe, 1993; Ranal, 1995; Mehlreter e Palacios-Rios, 2003; Souza *et al.*, 2007). Ao contrário, outras espécies não apresentam eventos fenológicos sazonais mesmo

sob estresse hídrico (Farias e Xavier, 2011a, b, 2013). Em regiões subtropicais, sem uma estação seca bem definida, samambaias arbóreas demonstraram sazonalidade (Schmitt e Windisch, 2006b; Schmitt *et al.*, 2009), indicando que outras variáveis climáticas como temperatura e fotoperíodo possam estar influenciando os eventos fenológicos dessas plantas, como observado por Chiou *et al.* (2001) e Schmitt *et al.* (2009).

A maior parte dos trabalhos fenológicos envolvendo samambaias na América Latina foram conduzidos em regiões sob influência do clima tropical, tais como os de Mehlreter e Garcia-Franco (2008) e Ramirez-Valencia (2009). O mesmo fato ocorre para o Brasil, onde a maioria dos estudos com espécies terrícolas

PALAVRAS CHAVE: / Clima / Fenofases / Floresta Atlântica / Fotoperíodo / *Lindsaea lancea* / Samambaia / Sazonalidade / Temperatura /

Recebido: 06/11/2013. Modificado: 30/09/2015. Aceito: 01/10/2015.

Andressa Müller. Bióloga e Doutoranda em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale, Brasil. e-mail: biol.andressa@gmail.com

Simone Cunha. Bióloga e Mestranda em Qualidade

Ambiental, Universidade Feevale, Brasil. e-mail: simonecunha@hotmail.com

Fernando Junges. Biólogo, Universidade Feevale. Biólogo, Laboratório de Botânica, Universidade Feevale, Brasil.

e-mail: jungesfernando@hotmail.com

Jairo Lizandro Schmitt. Biólogo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil. Doutor em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande

do Sul, Brasil. Professor, Universidade Feevale, Brasil. Endereço: ERS-239, 2755, Vila Nova. CEP 93525-075, Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil. e-mail: jairols@feevale.br

CLIMATE EFFECTS ON THE PHENOLOGY OF *Lindsaea lancea* (L.) BEDD. (LINDSAEACEAE) IN AN ATLANTIC FOREST FRAGMENT IN SOUTHERN BRAZIL

Andressa Müller, Simone Cunha, Fernando Junges and Jairo Lizandro Schmitt

SUMMARY

Lindsaea lancea (L.) Bedd. is an herbaceous fern, terrestrial, with ornamental potential that occurs in America Central and South America. The phenology of this species was monitored for two years in an Atlantic Forest fragment in the town of Campo Bom, state of Rio Grande do Sul, Brazil. Leaf production, spores formation and leaf senescence were monitored and related to climatic variables. Their seasonality was tested by circular statistical analysis. The population showed constant and irregular leaf production and senescence, and the equivalent average annual rates in the

biennium demonstrated that plants kept a stable number of leaves. Production and senescence leaf were triggered by the increase of temperature and photoperiod. The leaves with spore formation showed seasonality, having the highest frequency of individuals and higher average rates in January, repeatedly in both years, being related to the raise in temperature and photoperiod increase. Rainfall was not good predictor of phenological events, an expected result for non-seasonal precipitation environments, where rainfall is distributed throughout the year.

EFFECTOS CLIMÁTICOS SOBRE LA FENOLOGÍA DE *Lindsaea lancea* (L.) BEDD. (LINDSAEACEAE) EN UN FRAGMENTO DE SELVA ATLÁNTICA EN EL SUR DE BRASIL

Andressa Müller, Simone Cunha, Fernando Junges y Jairo Lizandro Schmitt

RESUMEN

Lindsaea lancea (L.) Bedd. es un helecho herbáceo, terrícola, con potencial ornamental, que se encuentra en América Central y del Sur. La fenología de esa especie fue monitoreada durante dos años en un fragmento de selva atlántica en el municipio de Camo Bom, Río Grande do Sul, Brasil. La producción foliar, esporangios en formación y senescencia foliar fueron monitoreados y relacionados con las variables climáticas. La estacionalidad de los eventos fenológicos fue comprobada por medio de estadística circular. La población presentó producción y senescencia foliar constantes e irregulares, y las tasas medias

anuales equivalentes en el bienio demostraron que las plantas mantuvieron un número estable de hojas. La producción y la senescencia foliar fueron desencadenadas por la temperatura y el fotoperíodo. Las hojas con esporangios en formación demostraron estacionalidad, presentando las mayores frecuencias de individuos y las mayores tasas medias en enero, en ambos años, relacionándose con el aumento de la temperatura y del fotoperíodo. La precipitación no fue un buen predictor de los eventos fenológicos, resultado esperado para ambientes no estacionales donde las lluvias se distribuyen a lo largo del año.

concentram-se em climas sazonais para precipitação, como os de Souza *et al.* (2013) e Farias *et al.* (2015). Sabendo da alternância do regime hídrico do clima tropical comparado ao subtropical do extremo sul do Brasil, que é a região do país climaticamente mais regular (Vianello e Alves, 2012), o monitoramento fenológico pode ser utilizado como ferramenta para compreender a influência das variáveis meteorológicas e fotoperíodo na sazonalidade das samambaias crescendo na região subtropical.

Lindsaea Dryand. ex Sm. apresenta cerca de 150 espécies com distribuição pantropical e extratropical. *Lindsaea lancea* (L.) Bedd. é uma samambaia herbácea, terrícola, com potencial ornamental, possui rizoma

reptante, pecíolo nigrescente na base e lâmina pinada a bipinada (Kieling-Rubio e Windisch, 2004). A espécie possui distribuição no México, Mesoamérica, Colômbia, Venezuela, Suriname, Equador, Peru, Bolívia, Paraguai, Trinidad, Antilhas, Brasil (Moran, 1995) e Porto Rico (Liogier e Martorell, 2000). No Brasil, tem ampla distribuição ocorrendo em todos os estados (Prado, 2015). Os objetivos do presente estudo foram: 1) monitorar os eventos vegetativos e reprodutivos de *Lindsaea lancea* em um fragmento de Floresta Atlântica durante um biênio; 2) relacionar os eventos fenológicos com precipitação, temperatura e fotoperíodo; e 3) verificar a ocorrência de sazonalidade para a produção foliar, fertilidade e senescência.

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho foi realizado no município de Campo Bom, Rio Grande do Sul, Brasil, em um fragmento de ~60ha de Floresta Atlântica (29°40'18,39"S e 51°00'53,30"O, alt. 25m), pertencente à região fitoecológica da floresta estacional semidecidual submontana (Teixeira *et al.*, 1986). Nessa área o clima é do tipo Cfa - mesotérmico úmido sem período seco, de acordo com a classificação climática de Köppen (Peel *et al.*, 2007). O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico e Planossolo Háptico Eutrófico (Streck *et al.*, 2002).

Nos últimos 10 anos, segundo os dados da Estação Meteorológica de Campo Bom

(29°41'18,08"S e 51°03'52,84"O. alt. 25,8m), a temperatura média anual foi de 19,5°C e precipitação pluviométrica média anual foi 1594,5mm. No período de janeiro de 2011 até dezembro de 2012, a maior média de temperatura (26,8°C) foi no mês de janeiro do primeiro ano e a menor média (12,8°C) ocorreu em julho do segundo ano. A precipitação anual em 2012 (1741,6mm) foi menor do que em 2011 (1865,1mm). O fotoperíodo variou entre 10,24h e 14,31h durante os dois anos de monitoramento.

Método amostral

Em uma parcela de 1200m² (120×10m) distante 50m da borda do fragmento florestal, foram selecionados e marcados, por meio de sorteio, 30 indivíduos de *Lindsaea*

lancea. As samambaias foram monitoradas mensalmente durante o período de dois anos, entre janeiro de 2011 e dezembro de 2013. Foi contado mensalmente o número de báculos, folhas maduras, férteis e senescentes, a fim de verificar as taxas de produção, fertilidade e senescência foliar.

Dados climáticos

Os dados de temperatura e precipitação foram fornecidos pela Estação Meteorológica de Campo Bom. O fotoperíodo foi obtido de acordo com as informações do anuário interativo do Observatório Nacional (ON, 2013).

Análise estatística

Para relacionar a frequência relativa mensal de indivíduos em cada fenofase com precipitação, temperatura e fotoperíodo, foi utilizado o teste de correlação de postos de Spearman (r_s), em nível de significância de 5%, por meio do programa estatístico SPSS versão 20.0. Foram adotados os valores de referência que qualificam as correlações de acordo com Callegari-Jacques (2003).

Para comparar as taxas médias de produção e senescência foliar foi verificada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk, em nível de significância de 5%. O teste de t para amostras dependentes foi utilizado na comparação das médias de produção de folhas entre o primeiro e segundo ano, assim como para a senescência.

A análise de estatística circular foi realizada para cada evento fenológico. Os meses de monitoramento foram convertidos em ângulos e cada dia do ano correspondeu a $0,9836^\circ$, resultando em 12 intervalos de $\sim 30^\circ$. Foi calculado o ângulo médio (μ), a data média para que o evento ocorra, o comprimento do vetor (r), que é a medida de concentração de indivíduos, com valores entre 0 e 1, em torno do ângulo médio, e o teste de Rayleigh, que é o limite de confiabilidade. Essa análise foi realizada no software ORIANA (Kovach, 2009).

Resultados

Os indivíduos de *Lindsaea lancea* apresentaram as maiores taxas médias de produção foliar nos meses de verão nos dois anos de monitoramento (dezembro a fevereiro), variando entre $0,5 \pm 0,63$ e $1,03 \pm 1,44$ báculos/indivíduo (Figura 1a). As plantas produziram em média 10,83 folhas/ano. As médias anuais do primeiro e segundo ano foram iguais estatisticamente ($t= 0,56$; $P=0,585$). A frequência de indivíduos renovando as folhas demonstrou ser maior entre a primavera e o verão (33-57%). A data média (μ) para esse evento situou-se

na primeira quinzena de dezembro no primeiro e segundo ano (Figura 2), com baixa concentração (r) em torno das datas médias (Tabela I). Esse evento fenológico correlacionou-se fortemente com temperatura e fotoperíodo nos 24 meses (Tabela II).

As folhas com esporângios em formação atingiram as maiores médias em janeiro do primeiro e segundo ano ($2,16 \pm 0,91$ e $2,80 \pm 1,20$ folhas férteis/indivíduo, respectivamente) (Figura 1b). As maiores frequências de indivíduos apresentando a fenofase acompanharam as maiores taxas médias, situando-se em janeiro de

2011 (83%) e de 2012 (87%). Além disso, as frequências relativas correlacionaram-se fortemente com temperatura e fotoperíodo (Tabela II). Houve concentração de indivíduos (r) com esporângios em formação em torno da data média (μ), indicando uma convergência dessa fenofase para o início de janeiro no primeiro ano e para o final do mesmo mês no segundo ano (Figura 3, Tabela I).

A taxa média de senescência das folhas de *L. lancea* variou desde a ausência do evento em agosto do primeiro ano até $0,6 \pm 1,1$ folhas senescentes/indivíduo, em fevereiro do segundo ano (Figura 1c). As plantas

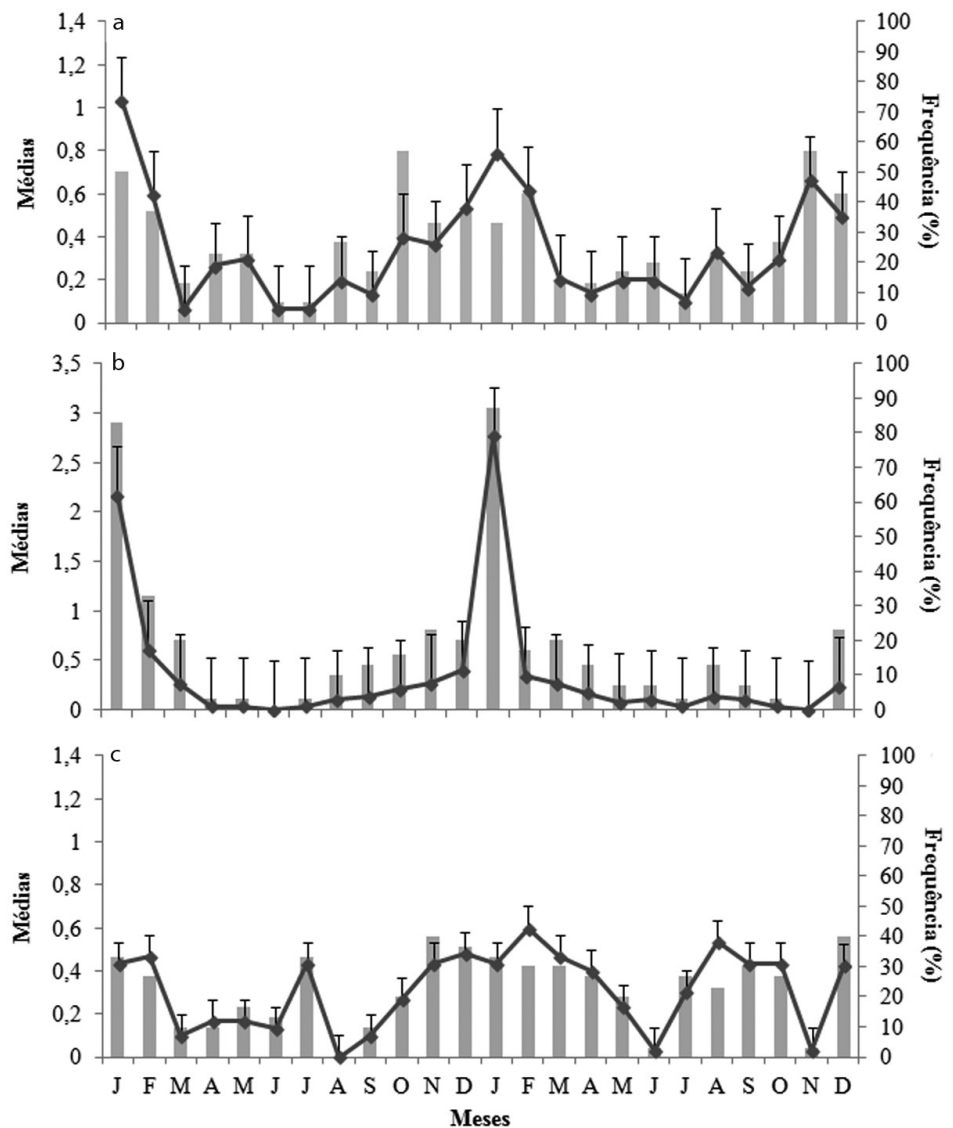


Figura 1. Média mensal com desvio-padrão e frequência relativa de indivíduos de *Lindsaea lancea* entre janeiro de 2011 e dezembro de 2012, com (a) folhas novas, (b) esporângios em formação e (c) folhas senescentes. As barras indicam a frequência relativa dos indivíduos.

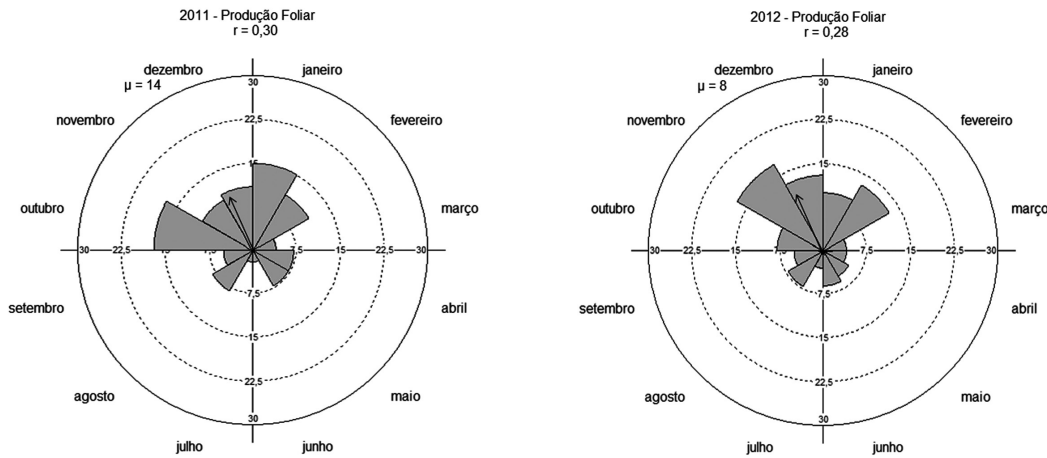


Figura 2 - Número de indivíduos de *Lindsaea lancea* produzindo folhas no primeiro e segundo ano de monitoramento. As setas apontam para a data média esperada da fenofase e representam o comprimento do vetor médio (r).

TABELA I
RESULTADOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA CIRCULAR PARA AS VARIÁVEIS FENOLÓGICAS DE *L. lancea* DE JANEIRO DE 2011 A DEZEMBRO DE 2012

| | Ano | Variáveis fenológicas | | |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| | | Produção foliar | Esporângios em formação | Senescência foliar |
| Média do vetor (μ) | 1 | 334,88° (14 dez.) | 356,27° (4 jan.) | 337,00° (16 dez.) |
| | 2 | 318,44° (8 dez.) | 11,77° (30 jan.) | 357,38° (12 jan.) |
| Comprimento do vetor médio (r) | 1 | 0,30 | 0,58 | 0,26 |
| | 2 | 0,28 | 0,51 | 0,11 |
| Teste de Rayleigh (P) | 1 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| | 2 | <0,001 | <0,001 | <0,05 |

TABELA II
CORRELAÇÕES ENTRE OS EVENTOS FENOLÓGICOS DE *L. lancea* E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS DURANTE DOIS ANOS DE MONITORAMENTO

| Evento | Temperatura (°C) | Precipitação (mm) | Fotoperíodo (h) |
|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Produção foliar | 0,68 (P<0,001) | 0,13 (P= 0,53) | 0,76 (P<0,001) |
| Esporângios em formação | 0,73 (P<0,001) | 0,29 (P= 0,16) | 0,68 (P<0,001) |
| Senescência | 0,47 (P<0,05) | 0,38 (P= 0,07) | 0,49 (P<0,05) |

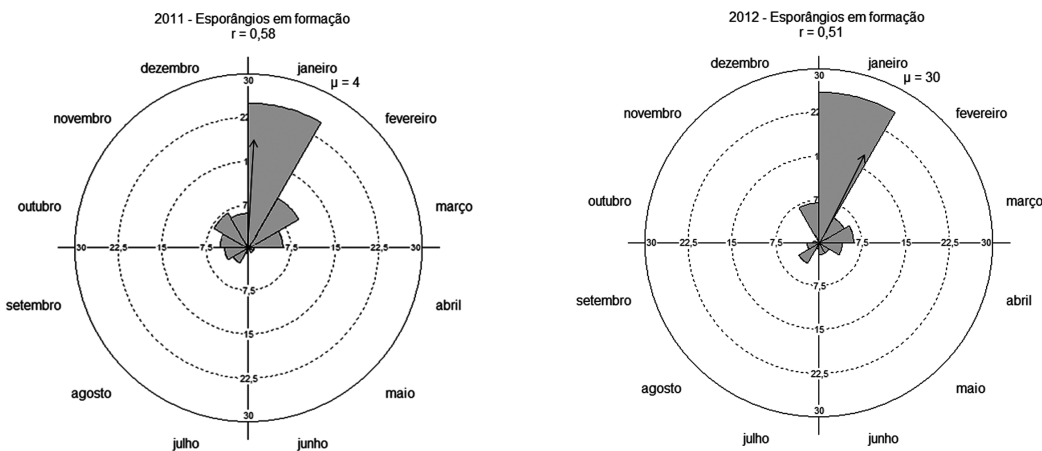


Figura 3. Número de indivíduos de *Lindsaea lancea* com esporângios em formação no primeiro e segundo ano de monitoramento. As setas apontam para a data média esperada da fenofase e representam o comprimento do vetor médio (r).

apresentaram em média 9,37 folhas senescentes. As médias anuais do primeiro e segundo ano foram iguais estatisticamente ($t = -1,33$, $P = 0,212$). A frequência máxima (40%) para os dois anos situou-se em novembro e dezembro, respectivamente. A concentração de indivíduos (r) com senescência foi baixa para os dois anos (Figura 4), indicando para o verão a data média (μ) de maior sincronismo da fenofase (Tabela I). Esse evento correlacionou-se moderadamente com temperatura e fotoperíodo (Tabela II).

Discussão

A produção foliar foi constante e irregular para *Lindsaea lancea* durante todo o biênio, no qual a população renovando as folhas apresentou um comportamento mais homogêneo entre a primavera e o verão. Essa emergência contínua e irregular mostrou-se semelhante ao estudo de Farias e Xavier (2011a), no qual a produção foliar de *Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats. não diferiu entre os períodos seco e chuvoso, mas obteve o maior número de báculos em fevereiro, em Floresta Atlântica Nordestina, na Paraíba. Em regiões subtropicais, para as espécies arbóreas *Cyathea delgadii* Sternb. (Schmitt e Windisch, 2007) e *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) (Schmitt e Windisch, 2012) esse comportamento não sazonal também foi evidenciado para esse evento fenológico.

Ao contrário do observado no presente estudo, um padrão marcadamente sazonal influenciado pela pluviosidade ocorreu em um remanescente de Mata Mesófila Semidecídua em São Paulo, com o surgimento dos báculos de *Adiantopsis radiata* (L.), *Polypodium latipes* Langsd. & Fisch. e *Pteris denticulata* Sw. concentrando-se no período chuvoso (Ranal, 1995). Esse comportamento também foi observado por Souza *et al.* (2007) na renovação das folhas de *Anemia tomentosa* var. *anthriscifolia* (Schrad.) Mickel. em Floresta Semidecídua, em Pernambuco.

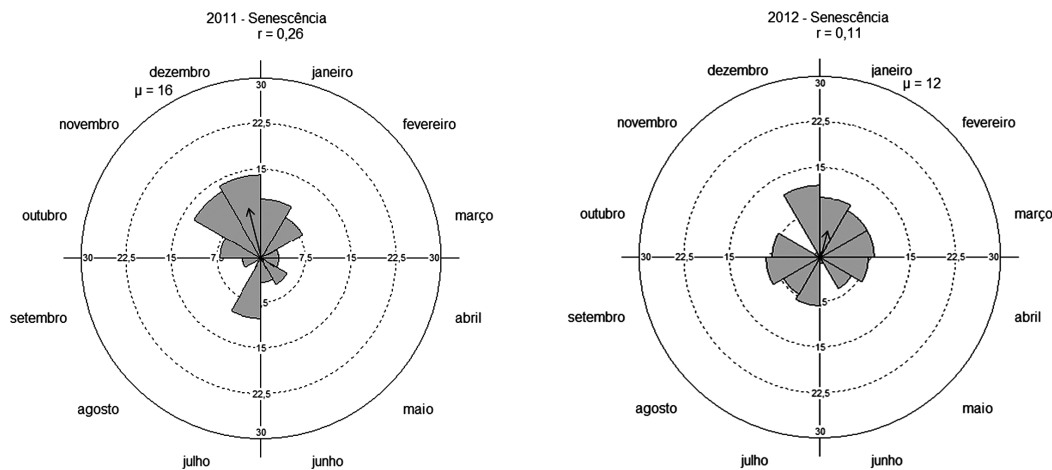


Figura 4. Número de indivíduos de *Lindsaea lancea* no primeiro e segundo ano de monitoramento. As setas apontam para a data média esperada da fenofase e representam o comprimento do vetor médio (r).

O gatilho para desencadear o surgimento das folhas em *L. lancea* foi o aumento da temperatura e do fotoperíodo. A temperatura também influenciou a produção foliar de *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch. crescendo em um manguezal no México (Mehlreter e Palacios-Rios, 2003). Variações em torno de 3,5h no decorrer de um ano também desencadearam respostas fisiológicas em diferentes espécies arbóreas de uma floresta psamófila, no litoral norte do Rio Grande do Sul (Marchioretto *et al.*, 2007).

O sistema pequeno de raízes das samambaias pode dificultar o acesso à água durante a estação seca (Mehlreter, 2006); porém, em regiões que apresentam regime regular de chuvas ao longo de todo o ano, esse processo tende a ser facilitado e, por isso, provavelmente, a água não foi um fator limitante para a população de *L. lancea*. Apesar de ter sido desenvolvido em área com período sazonal de chuvas esse fator climático não limitou o surgimento das folhas em *A. danaeifolium*, porque o tipo de solo contribuiu para manter úmido o substrato, durante o ano inteiro (Mehlreter e Palacios-Rios, 2003). Em locais com menores latitudes ou com clima marcadamente sazonal quanto aos períodos de estiagem, a precipitação pode ser uma boa preditora da emergência foliar (Mehlreter, 2008),

como observado para os indivíduos monitorados nos estudos de Ranal (1995), Souza *et al.* (2007) e Farias e Xavier (2011b).

O ritmo sazonal de surgimento de folhas férteis em *L. lancea* durante o período bi-anual demonstrou-se fortemente influenciado pelo aumento da temperatura e do fotoperíodo. Os espécimes apresentaram um comportamento individual homogêneo dentro da população, sendo síncronos em concentração-se durante o verão, nos dois anos. Ranal (1995) também observou que o fotoperíodo foi essencial para a formação de esporângios em *Polypodium latipes*. Sato (1982) destacou que o frio pode restringir o período de produção de esporângios.

A sazonalidade no padrão de fertilidade tem sido relacionada com o dimorfismo foliar de espécies tropicais, como para *Danaea wendlandii* Rehb. (Sharpe e Jernstedt, 1990) e *A. danaeifolium*, devido ao curto tempo de vida das folhas férteis. As plantas monomórficas têm sido consideradas não sazonais, em consequência da falta de especialização ao longo do tempo de vida das suas folhas (Mehlreter e Palacios-Rios, 2003). As maiores médias de folhas férteis em espécies monomórficas podem demonstrar vantagens (*advantage*) por acumular as funções fotossintéticas e de reprodução (Lee *et al.*, 2009), como observado em *L. lancea*.

As informações sobre sazonalidade na fertilidade de samambaias são insuficientes e contraditórias (Mehlreter e Palacios-Rios, 2003). Em sítios subtropicais de Floresta Atlântica, próximos e localizados no nordeste do Rio Grande do Sul, que estão sob mesmo regime de chuvas, são encontradas espécies arborescentes que se comportaram sazonalmente, tal como *Alsophila setosa* Kaulf. e *Dicksonia sellowiana* Hook. (Schmitt e Windisch, 2006b; Schmitt *et al.*, 2009) e outras que foram não-sazonais, como *Blechnum brasiliense* Desv. e *Cyathea delgadii* Sternb. (Franz e Schmitt, 2005, Schmitt e Windisch, 2007), corroborando a informação de que em um mesmo ecossistema podem ocorrer espécies sazonais e não sazonais (Croat, 1978).

A senescência mostrou-se constante e irregular durante os dois anos, com uma tendência dos indivíduos serem mais síncronos em perderem suas folhas em dezembro. Esse padrão constante e irregular de senescência também foi observado para as herbáceas *A. danaeifolium*, *T. serrata* (Farias e Xavier, 2011b), *T. interrupta* (Farias e Xavier, 2011a), *Adiantum deflectens* Mart., *A. petiolatum* Desv. e *A. pulverulentum* L. (Souza *et al.*, 2013), *Blechnum serrulatum* Rich. (Farias e Xavier, 2013) e *Didymochlaena truncatula* (Sw.) J. Sm (Farias *et al.*, 2015). O aumento da temperatura e do

fotoperíodo influenciaram a abscisão foliar da população estudada. A temperatura também desencadeou a senescência para uma comunidade terrícola de samambaias crescendo em floresta subtropical em Taiwan (Lee *et al.*, 2009).

As taxas de senescência e emergência foliar podem influenciar fortemente a estrutura de uma população (Sharpe e Mehlreter, 2010). As taxas médias anuais de produção e senescência foliar no biênio demonstraram que as plantas mantiveram o número de folhas estável. Para muitas espécies tropicais, as folhas morrem praticamente na mesma medida em que são produzidas (Mehlreter, 2008), tal como observado na população de *L. lancea* onde nenhum indivíduo sofreu abscisão foliar total. As samambaias herbáceas normalmente demonstram menores taxas anuais de produção foliar quando comparadas com as arborescentes (Sharpe, 1993). No entanto, a população estudada apresentou média de produção anual semelhante a arborescente *D. sellowiana* (10,86 folhas por planta/ano; Schmitt *et al.*, 2009), crescendo em sítio próximo ao presente estudo.

Conclusão

A produção e senescência foliar de *Lindsaea lancea* foram desencadeadas pelo aumento da temperatura e do fotoperíodo, que mesmo influenciando o início dessas fenofases não contribuíram para a ocorrência de uma sazonalidade típica nessa espécie, devido à baixa concentração de indivíduos com renovação e senescência foliar em período específico. No entanto, a concentração de indivíduos apresentando esporângios em formação evidenciarão a sazonalidade da fertilidade sendo regulada pela estação com as maiores temperaturas e horas de luz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação

de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de bolsas de estudo ao primeiro e segundo autor respectivamente; e ao proprietário da área, pela autorização da realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- Barrington DS (1993) Ecological and historical factors in fern biogeography. *J. Biogeogr.* 20: 275-280.
- Callegari-Jacques SM (2003) *Bioestatística: Princípios e Aplicações*. Artmed. Porto Alegre, Brasil. 255 pp.
- Chiou WL, Lin JC, Wang J (2001) Phenology of *Cibotium taiwanense* (Dicksoniaceae). *Taiw. J. Sci.* 16: 209-215.
- Croat TB (1978) *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press. Stanford, CA, EEUU. 943 pp.
- Farias RP, Xavier SRS (2011a) Aspectos fenológicos de *Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats. (Thelypteridaceae) na Floresta Atlântica Nordeste, Paraíba, Brasil. *Biotemas* 24(2): 91-96.
- Farias RP, Xavier SRS (2011b) Fenologia e sobrevivência de três populações de samambaias em remanescente de Floresta Atlântica Nordeste, Paraíba, Brasil. *Biotemas* 24(2): 13-20.
- Farias RP, Xavier SRS (2013) Fenologia foliar de *Blechnum serrulatum* Rich. (Blechnaceae) em remanescente de floresta atlântica no estado da Paraíba, Brasil. *Pesquisas, ser. Bot.* 64: 297-306.
- Farias RP, Costa LEN, Silva IAA, Barros ICL (2015) Phenological studies of selected leaf and plant traits of *Didymochlaena truncatula* (Dryopteridaceae) in a Brazilian submontane tropical rainforest. *Nord. J. Bot.* 33: 249-255.
- Farias RP, Costa LEN, Silva IAA, Barros ICL (2015) Phenological studies of selected leaf and plant traits of *Didymochlaena truncatula* (Dryopteridaceae) in a Brazilian submontane tropical rainforest. *Nord. J. Bot.* 33: 249-255.
- Franz I, Schmitt JL (2005) *Blechnum brasiliense* Desv. (Pteridophyta, Blechnaceae): estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica. *Pesquisas, ser. Bot.* 53: 173-184.
- Kieling-Rubio MA, Windisch PG (2004) Gênero *Lindsae* Smith (Dennstaedtiaceae, Pteridophyta) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, ser. Bot.* 55: 163-172.
- Kovach, WL (2009) *Oriana - Circular Statistics for Windows*. Version 3. Kovach Computing Services. Pentraeth, R U. 175 pp.
- Lee PH, Lin TT, Chiou WL (2009) Phenology of 16 species of ferns in a subtropical forest of northeastern Taiwan. *J. Plant Res.* 122: 61-67.
- Liogier AH, Martorell, LF (2000) Family Polypodiaceae. Em Liogier AH, Martorell, LF (Eds.) *Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands: A Systematic Synopsis*. Universidad de Puerto Rico. 394 pp.
- Marchioretto MS, Mauhs J, Budke JC (2007) Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamofila no sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 21: 193-201.
- Mehlreter K (2006) Leaf phenology of the climbing fern *Lygodium venustum* in a semideciduous lowland forest on the Gulf of Mexico. *Amer. Fern J.* 96: 21-30.
- Mehlreter K (2008) Phenology and habitat specificity of tropical ferns. E Ranker TA, Haufler CH (Eds.) *Biology and Evolution of Fern and Lycophytes*. Cambridge University Press. Cambridge, RU. pp. 201-221.
- Mehlreter K, Garcia-Franco JG (2008) Leaf phenology and trunk growth of the deciduous tree fern *Alsophila firma* (Baker) D. S. Conant in a lower montane Mexican forest. *Amer. Fern J.* 98: 1-13.
- Mehlreter K, Palacios-Rios M (2003) Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at mangrove site on the Gulf of México. *J. Trop. Ecol.* 19: 155-162.
- Moran RC (1995) Dennstaedtiaceae. Em Moran RC, Riba R. (Eds.) *Flora Mesoamericana. Psilotaceae a Salviniaceae*. Universidad Nacional Autónoma de México, Missouri Botanical Garden and Natural History Museum, London. pp. 150-163.
- Myers NRA, Mittermeier CG, Mittermeier GABF, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- ON (2013) *Anuário do Observatório Nacional, Seção B - Nascer, Passagem Meridiana e Ocaso do Sol, Lua e Planetas*. Observatório Nacional. Rio de Janeiro, Brasil. <http://euler.on.br/ephemeris/index.php> (Cons. 01/04/2013).
- Page CN (1979) Experimental aspects of fern ecology. Em Dyer AF (Ed.) *The Experimental Biology of Ferns*. Academic Press. Londres, RU. pp. 552-589.
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA (2007) Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11: 1633-1644.
- Prado J, Sylvestre L (2015) Samambaias e Licófitas. Em: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. <http://florado-brasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128483> (Cons. 24/09/2015).
- Prado J (2015) Lindsaeaceae. Em *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. <http://florado-brasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB91303> (Cons. 24/09/2015).
- Ramírez-Valencia V, Sanín D, Álvarez-Mejía LM (2009) Estimación del crecimiento de *Dicksonia sellowiana* Hook., (Dicksoniaceae Hook.), en la reserva forestal protectora de Río Blanco, Manizales, Caldas, y registros colombianos de su fertilidade. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.* 13: 17-29.
- Ranal MA (1995) Estabelecimento de pteridófitas em Mata Mesófila Semidecídua do estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. *Rev. Bras. Biol.* 55 777-787.
- Sato T (1982) Phenology and wintering capacity of sporophytes and gametophytes of ferns native to Northern Japan. *Oecologia* 55: 53-61.
- Schmitt JL, Windisch PG (2006b) Phenological aspects of frond production in *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaaceae: Pteridophyta) in southern Brazil. *Fern Gaz.* 17: 263-270.
- Schmitt JL, Windisch PG (2007) Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaaceae, Monilophyta) no Sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 21: 731-740.
- Schmitt JL, Windisch PG (2012) Caudex growth and phenology of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaaceae) in secondary forest, southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 72: 397-495.
- Schmitt JL, Schneider PH, Windisch PG (2009) Crescimento do cáudice e fenologia de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae) no sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 23: 289-291.
- Sharpe JM (1993) Plant growth and demography of the neotropical herbaceous fern *Danaea wendlandii* (Marattiaceae) in a Costa Rican rain forest. *Biotropica* 25: 85-94.
- Sharpe JM (1997) Leaf growth and demography of the rheophytic fern *Thelypteris angustifolia* (Willdenow) Proctor in a Puerto Rican rainforest. *Plant Ecol.* 130: 203-212.
- Sharpe JM, Jernstedt J (1990) Leaf growth and phenology of the dimorphic herbaceous layer fern *Danaea wendlandii* (Marattia-ceae) in a Costa Rican rain forest. *Amer. J. Bot.* 77: 1040-1049.
- Sharpe JM, Mehlreter K (2010) Ecological insights from fern population dynamics. Em Mehlreter K, Walker LR, Sharpe JM (Eds.) *Fern Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, RU. pp. 61-110.
- Smith AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Korall P, Schneider H, Wolf PG (2006) A classification of extant ferns. *Taxon* 55: 705-731.
- Souza KRS, Alves GD, Barros ICL (2007) Fenologia de *Anemia tomentosa* (Sav.) Sw. var. *anthriscifolia* (Schrad.) Mickel em fragmento de Floresta Semidecídua, Nazaré da Mata, Pernambuco, Brasil. *Rev. Bras. Biociênc.* 5: 486-488.
- Souza KRMS, Silva IAA, Farias RP, Barros ICL (2013) Fenologia de três espécies de *Adiantum* L. (Pteridaceae) em fragmento de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil. *Neotrop. Biol. Conserv.* 2: 96-102.
- Streck EV, Kämpf N, Dalmolin RSD (2002) *Solos do Rio Grande do Sul*. Emater/RS - UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 222 pp.
- Teixeira MB, Coura-Neto AB, Pastore U, Rangel-Filho ALR (1986) Vegetação. As regiões fitoecológicas, na natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. Em *Levantamento de Recursos Naturais*. Vol. 33. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, Brasil. pp. 541-632.
- Tryon RM (1960) The ecology of Peruvian ferns. *Amer. Fern J.* 50: 46-55.
- Tryon RM (1985) Fern speciation and biogeography. Em Dyer AF, CN Page (Eds.) *Biology of Pteridophyte*. The Royal Society of Edimburg. RU. pp. 353-360.
- Vianello RL, Alves AR (2012) *Meteorologia Básica e Aplicações*. 2ª ed. Editora UFV, Viçosa, Brasil. 460 pp.