

FLÁVIA CAROLINA LINS DA SILVA

**ECOFISIOLOGIA DE CYATHEACEAE (MONILOPHYTA):
FENOLOGIA, BANCO DE ESPOROS, ANATOMIA E GERMINAÇÃO**

**RECIFE
2008**

FLÁVIA CAROLINA LINS DA SILVA

**ECOFISIOLOGIA DE CYATHEACEAE (MONILOPHYTA):
FENOLOGIA, BANCO DE ESPOROS, ANATOMIA E GERMINAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Biologia Vegetal da Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Biologia Vegetal – Área de
Concentração: Ecologia Vegetal – Linha de Pesquisa:
Ecofisiologia e Anatomia Ecológica

Orientadora: Dra. Eliana Akie Simabukuro (UFSCar)

Co-orientador: Dr. Mauro Guida dos Santos (UFPE)

**RECIFE
2008**

Silva, Flávia Carolina Lins da

Ecofisiologia de Cyatheaceae (Monilophyta): fenologia, banco de esporos, anatomia e germinação / Flávia Carolina Lins da Silva. – Recife: O Autor, 2009.

100 folhas: il., gráficos.

Orientadores: Eliana Akie Simabukuro, Mauro Guida dos Santos.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, 2008.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Pteridófitas - Fisiologia 2. Cyatheaceae - Anatomia 3. Cyatheaceae - Germinação I Título.

587 CDD(22.ed.)

UFPE

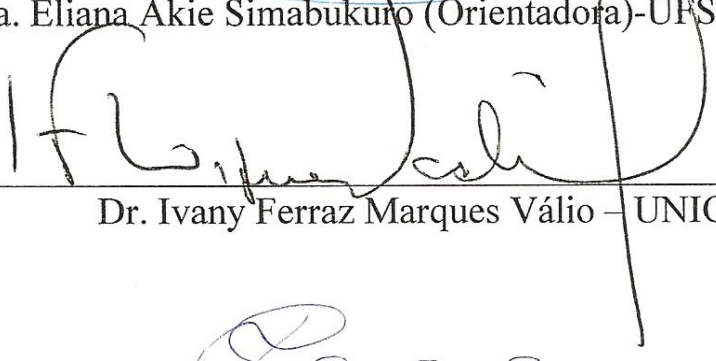
CCB – 2009- 174

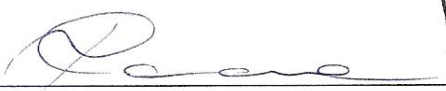
FLÁVIA CAROLINA LINS DA SILVA

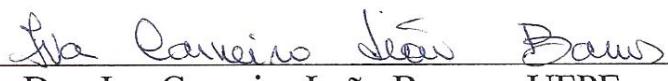
“ECOFISIOLOGIA DE CYATHEACEAE
(MONILOTHYTA): FENOLOGIA, BANCO DE
ESPOROS, ANATOMIA E GERMINAÇÃO”

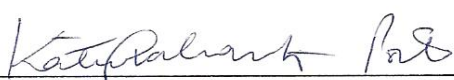
BANCA EXAMINADORA:


Dra. Eliana Akie Simabukuro (Orientadora)-UFSCAR-Sorocaba


Dr. Ivany Ferraz Marques Válio - UNICAMP


Dra. Terezinha Rangel Câmara - UFRPE


Dra. Iva Carneiro Leão Barros - UFPE


Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto - UFPE

Recife-PE.
2008

*A minha Família pelo apoio incondicional,
em especial a minha Tia Profa. Carminha Lins,*

Dedico

*O sol que nasce depois da chuva é mais
bonito que o sol de todo dia.*

Gabriel Chalita

*A*GRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa ao longo dos 4 anos de Doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV), nas pessoas do Prof. Dr. Marcelo Tabarelli e da Profa. Dra. Andréa Harand – Coordenador e Vice-Coordenadora do Programa.

A RPPN Frei Caneca, na pessoa do Sr. Gustavo Barros por permitir o desenvolvimento da pesquisa nas áreas da Reserva.

A Profa. Eliana Akie Simabukuro pelo incentivo à pesquisa, pela acolhida em Sorocaba e por continuar me orientando mesmo de longe.

Ao Laboratório de Fisiologia Vegetal na pessoa do Prof. Dr. Mauro Guida dos Santos por ter aceito ser meu Co-orientador, ter concedido o espaço e os equipamentos utilizados nos experimentos desta Tese.

Ao Prof. Dr. Marccus Alves pela colaboração na parte de anatomia contida nesta tese e pelo apoio dados nos momentos de revisão dos slides dos seminários integrados.

Ao Laboratório de Meiofauna na pessoa do Profa Verônica Genevois por ter autorizado o auxílio nas fotografias contidas nesta tese.

À Dra. Iva Carneiro Leão Barros por me dar força desde a graduação para seguir nessa linha de pesquisa e por suas palavras carinhosas nos momentos finais desta tese.

Ao Dr. Augusto Santiago pela amizade desde a graduação, identificação do material botânico e pela ajuda na escolha da área de estudo.

À amiga doutoranda Adaíses Maciel pelo companheirismo durante as coletas, pela acolhida durante o tempo que estive em Campinas, pela amizade que me foi confiada e apoio durante todo tempo que passei no Doutorado.

Ao amigo MSc. Marcos Meiado pelo apoio nos momentos bons e ruins e pela amizade durante esse nosso tempo de Pós-Graduação. Aprendi muito com você e com Íses!

Ao amigo Marciel Teixeira Oliveira por estar sempre pronto a me ajudar, pela amizade e carinho.

Ao Paulo R. M. Souza Filho por confiar em mim como sua co-orientadora e por me dar força em momentos de desânimo. Sempre com seu OK!

Aos amigos Paulo R. M. Souza Filho, Keyla Souza, MSc. Viviane Lira, Dra. Virág Venekey, Laura Leal, Bruno Cavalcanti, MSc. Veralucia Barbosa, MSc. Alba Lemos, MSc. Ana Flora Novaes, MSc. Anderson Araújo, MSc. Shirley Martins pela amizade e momentos de descontração dentro e fora do Laboratório.

A todos os membros do Laboratório de Fisiologia Vegetal: alunos, técnica (D. Antonieta) e agregados.

Às amigas Shirley Rangel e Luciana Teixeira por sempre me incentivarem e pela amizade.

Aos amigos Alice Mendes e Carlos Mergulhão por entenderem todas as minhas ausências e mesmo assim continuarem meus amigos eternos.

À minha família: Pai, Mãe e Luca (irmã) por terem caminhado junto comigo apoiando e dando incentivo, por agüentarem todos os meus momentos de nervosismo e por me amarem acima de tudo. A minha tia Lena por me ajudar nessa reta final com suas palavras sábias e alegres. Amo vocês!!!

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho, que por ventura eu tenha esquecido de citar.

ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
APRESENTAÇÃO	15
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO I (Fenologia de quatro espécies de Cyatheaceae (Monilophyta) em remanescente de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil).....	26
Abstract	27
Introdução	28
Material e Métodos	30
Resultados	33
Discussão	41
Agradecimentos	43
Referências	43
CAPÍTULO II (Banco de esporos de pteridófitas da RPPN Frei Caneca, Pernambuco, Brasil).....	46
Resumo	47
Abstract	48
Introdução	49
Material e Métodos	51
Resultados e Discussão	53
Agradecimentos	59
Referências Bibliográficas.....	59
CAPÍTULO III (Anatomia foliar de duas espécies simpátricas de <i>Cyathea</i> Smith. (Cyatheaceae).....	61
Introdução	62
Material e Métodos	62
Resultados	63
Discussão	64
Agradecimentos	65
Referências	65

CAPÍTULO IV (Efeito da luz na germinação de esporos de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin. (Cyatheaceae – Monilophyta).....	67
Abstract	68
Introdução	69
Material e Métodos	71
Resultados	73
Discussão	80
Resumo	82
Referências	82
CONCLUSÕES	86
RESUMO	87
ABSTRACT	89
ANEXOS	91

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

	Páginas
Figura 1	Dados pluviométricos e temperatura da RPPN Frei Caneca (PE). Dezembro de 2004 a fevereiro de 2006, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil..... 32
Figura 2	Produção de báculos e frondes de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin durante o período de dezembro de 2004 a dezembro de 2005. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil..... 35
Figura 3	Produção de báculos e frondes de <i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin durante o período de dezembro de 2004 a dezembro de 2005. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil..... 36
Figura 4	Produção de báculos e frondes de <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin durante o período de dezembro de 2004 a dezembro de 2005. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil 37
Figura 5	Produção de báculos e frondes de <i>Alsophila setosa</i> Kaulf. durante o período de fevereiro de 2005 a fevereiro de 2006. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil 38
Figura 6	Categorias fenológicas de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin, <i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin, <i>Cyathea</i> <i>praecincta</i> (Kunze) Domin e <i>Alsophila setosa</i> Kaulf. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil 40

Capítulo II

		Páginas
Figura 1	Localização da Serra do Urubu em relação ao estado de Pernambuco. Municípios de Jaqueira e Lagoa dos Gatos, ao Sul do estado de Pernambuco. (Lopes 2003).....	52
Figura 2	Número de gametófitos (gametófitos.cm ⁻²) formados em solos coletados nas estações chuvosa e seca, Mata da Bernardina, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco - Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C	55
Figura 3	Número de gametófitos (gametófitos.cm ⁻²) formados em solos coletados nas estações chuvosa e seca, Mata da erra do Quengo, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco - Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C	56
Figura 4	Porcentagem de gametófitos com e sem tricomas amostrados nas estações chuvosa e seca na Mata da Bernardina, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco -Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C	57
Figura 5	Porcentagem de gametófitos com e sem tricomas amostrados nas estações chuvosa e seca na Mata da Serra do Quengo, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco -Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C	58

Capítulo III

Páginas

Figura 1	Estrutura do pecíolo, epiderme e lâmina foliar de duas espécies de <i>Cyathea</i> Smith. A. Corte transversal de pecíolo de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin. B. Detalhe do pecíolo de <i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin, em corte transversal, evidenciando faixa de esclerênquima. C e D. Vista frontal da epiderme de <i>C. corcovadensis</i> (faces abaxial e adaxial, respectivamente), mostrando paredes sinuosas e estômatos do tipo anomocítico. E-G. Cortes transversais da lâmina foliar. E - <i>C. corcovadensis</i> , vênula central e mesofilo com células de organização frouxa. F - <i>C. microdonta</i> , vênula central e tricomas. G - Detalhe da vênula central de <i>C. microdonta</i> evidenciando região esclerenquimática. H. Detalhe do feixe anficrival em <i>C. microdonta</i> . Legendas: T, tricomas; Esc., esclerênquima; Est., estrias de Caspary. Fig. 1A, 1E, 1F = 20µm; Fig. 1B, 1C, 1D, 1G, 1H = 10µm.....	66
-----------------	--	----

Capítulo IV

		Páginas
Figura 1	Germinação de esporos de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin. sob condições de luz e escuro, mantidos a 25°C e luz contínua	75
Figura 2	Germinação de esporos de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin. sob diferentes intensidades luminosas, mantidos a 25°C e luz contínua	76
Figura 3	Desenvolvimento de gametófitos de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin., 30 dias, sob diferentes intensidades luminosas. 30% (a), 50% (b), 70% (c) e 100% (d). Escala 100µm	77
Figura 4	Germinação de esporos de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin. sob diferentes qualidades de luz, mantidos a 25°C e luz contínua	78
Figura 5	Desenvolvimento de gametófitos de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin. sob diferentes qualidades de luz. Luz branca (a-b), luz vermelha (c-d), luz azul (e-f) e luz vermelho-extremo (g-h). 30 dias após a germinação. Escala 100µm	79

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

	Páginas
Tabela 1	
Correlação entre as médias das categorias fenológicas de <i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin, <i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin, <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin e <i>Alsophila setosa</i> Kaulf. e dados meteorológicos (pluviosidade e temperatura do ar) de uma área de Floresta Atlântica. Teste de correlação de Spearman ($p < 0,05$). (*) = não significativo	39

APRESENTAÇÃO

As pteridófitas correspondem à cerca de 9000 espécies, 240 gêneros e 33 famílias, das quais 3250 espécies são encontradas nas Américas (Tryon & Tryon 1982). Compreendem um grupo de plantas vasculares, ou seja, dotadas de vasos condutores – xilema e floema, consideradas, juntamente com as briófitas, as primeiras plantas a conquistar o ambiente terrestre. Ocorrem em uma diversidade de habitats, desde o nível do mar até as regiões altimontanas tropicais. As pteridófitas apresentam adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas que auxiliam sua sobrevivência a períodos secos e frios, queimadas, inundações, ambientes salinos, ácidos e básicos. Apresentam ainda, plasticidade quanto ao seu hábito podendo ser terrestres, holopífitas, hemiepífitas, rupícolas, aquáticas e escandentes. O tamanho varia de poucos centímetros até formas arborescentes (Barros *et al.* 2002).

As pteridófitas arborescentes, foco deste trabalho, são geralmente conhecidas por xaxim ou samambaias e, no Nordeste, recebem a denominação popular de pau-cardoso. Estão representadas, em sua maioria, pelas famílias Dicksoniaceae e Cyatheaceae, que possuem alta diversidade e abundância no Brasil (Fernandes 2003). As Cyatheaceae são formadas por quatro gêneros: *Alsophila*, *Cnemidaria*, *Cyathea* e *Sphaeropteris* (Lellinger 1987). São espécies de crescimento lento e muito explorado por seu valor comercial, que engloba desde a ornamentação até a produção de fármaco por populações locais. Por este motivo, faz-se necessário um maior conhecimento a cerca da sobrevivência destas espécies tanto em seu habitat natural quanto *in vitro*.

Considerando a importância ecofisiológica das pteridófitas, esta tese tem como objetivo contribuir para o conhecimento da fenologia e da fisiologia de espécies de pteridófitas ocorrentes em remanescente de Floresta Atlântica nordestina, especialmente espécies arbóreas pertencentes à família Cyatheaceae. Para tanto, a tese está constituída por uma fundamentação teórica e por quatro capítulos. O primeiro capítulo trata da fenologia de quatro espécies de Cyatheaceae, quantificando suas fenofases ao longo de um ano. O segundo capítulo abrange a formação de banco de esporos de pteridófitas em remanescente de Floresta Atlântica. O terceiro capítulo corresponde à anatomia de espécies de *Cyathea* sob o ponto de vista da caracterização das espécies. O quarto capítulo enfoca o efeito da luz na germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos de uma espécie de Cyatheaceae.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das florestas mais ameaçadas no mundo é a Floresta Atlântica brasileira. Cerca de 6% das florestas originais permanecem intactas e, no Nordeste, apenas 2%. A maioria dos fragmentos encontra-se rodeada por grandes plantações de cana-de-açúcar (Barbosa & Thomas 2002). Com base na distribuição dos tipos vegetacionais, estima-se que a Floresta Atlântica Nordeste abranja uma área contínua de 76.938 km² da extensão da Floresta Atlântica brasileira.

A Floresta Atlântica Brasileira é uma das 25 prioridades mundiais para a conservação e estima-se que 20.000 espécies de plantas vasculares sejam abrigadas nesta Floresta (Myers *et al.* 2000). Uma das unidades biogeográficas que compõem a Floresta Atlântica Nordeste está localizada ao norte do Rio São Francisco, abrangendo assim os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte (Prance 1982; 1987).

A fragmentação de florestas tropicais vem aumentando nas últimas décadas em função das altas taxas de desmatamento. Trata-se de uma das principais ameaças à biodiversidade e, podem influenciar nos padrões locais e regionais de biodiversidade devido à perda de micro-habitats únicos, isolamento do habitat, mudanças nos padrões de dispersão e migração (Scariot 1998). Os efeitos do desmatamento são variáveis, como a diminuição do tamanho das populações o que, conseqüentemente, acarreta a perda da variabilidade genética; a invasão de espécies exóticas, entre outros. O tamanho, a forma e o isolamento dos fragmentos irão influenciar no número de espécies capazes de sobreviver no fragmento (Nascimento *et al.* 1999; Laurence *et al.* 2000). Perturbações antrópicas também têm contribuído bastante para aumentar a fragmentação das florestas (Nascimento *et al.* 1999).

Banco de esporos de pteridófitas

Na natureza, o recrutamento de indivíduos vegetais depende do sucesso adaptativo da espécie e, em parte, do banco de esporos e/ou sementes dormentes no solo. O estudo do banco de esporos e/ou sementes é importante, pois nele está contida toda a genética de populações vegetais. Geralmente essa reserva de esporos/sementes é utilizada para a regeneração de áreas degradadas. Segundo Fenner (1995) o banco de esporos é classificado em permanente ou transitório. Um dos fatores que contribuem para a formação do banco é a alta produção de esporos pelas pteridófitas, seguida pelo eficiente mecanismo de dispersão.

Alguns trabalhos têm abordado o estudo de banco de esporos nas últimas décadas. Sheffield (1996) observou a produção, a dispersão de esporos e discutiu a importância dos distúrbios ambientais (vento e água) na formação de banco de *Pteridium* no solo. Dyer & Lindsay (1996) verificaram a formação de banco de esporos no solo da Escócia em sete espécies de pteridófitas: *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Cystopteris dickieana* R. Sim., *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray, *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newman, *Osmunda regalis* L., *Thelypteris palustris* Schott e *Woodsia alpina* (Bolton) Gray. Os autores analisaram a possibilidade de conservar algumas espécies e obter a restauração de populações através do banco de esporos.

Em análise de solo em diferentes profundidades nas estações seca e chuvosa do cerrado e mata ciliar do Brasil, Simabukuro *et al.* (1998) quantificaram o banco de esporos de pteridófitas. Esporos de *Cyathea delgadii* Sternb. apresentaram alta frequência em ambas as estações, o mesmo não ocorrendo com *Polypodium latipes* Langsd. & Fisch. e esporos de *Blechnum brasiliense* Desv. que ocorreram apenas nas amostras da estação seca.

Esporos armazenados no solo podem (*C. delgadii*) ou não (*Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott) manter a viabilidade superior ao armazenamento à baixa temperatura e escuro (Guimarães & Felipe 1999; Silva 2001). Silva (2003) estudou a formação de banco de esporos de matas de altitude e constatou a manutenção do banco, seja devido à manutenção da viabilidade de esporos dispersos, seja pela reposição dos esporos através da chuva polínica.

Fenologia de pteridófitas

São relativamente poucos os trabalhos com fenologia de pteridófitas (Page, 1979), e estes, por sua vez, concentram-se em florestas localizadas nas regiões neotemperadas, neotropicais e paleotropicais (Farrar & Gooch 1975; Farrar 1976; Page 1979; Ash 1986; Sharper & Jernstedt 1990; Sharper 1997).

Estudos mais recentes a cerca da fenologia de espécies de pteridófitas foram desenvolvidos para *Cibotium tawianense* Kuo, *Botrychium gallicomontanum* Farrar & Johnson-Groh e *B. mormo* W.H.Wanger, *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch, *Alsophila setosa* Kaulf, *Blechnum brasilienses* Desv., *Lygodium venustum* Sw., *Anemia tomentosa* (Savigny) Sw., *Adiantum deflexens* Mart., nas quais foram enfatizados os desenvolvimentos da fase esporofítica como crescimento de cáudice, produção, expansão e senescência de frondes, tamanho das frondes, longevidade, tempo de maturação e liberação de esporos bem como a estrutura populacional das espécies (Chiou *et. al.* 2001; Johnson-Groh &

Lee 2002; Mehltreter & Palácios-Rios 2003; Franz & Schmitt 2005; Schmitt & Windisch 2005; 2006; Mehltreter 2006; Souza 2006).

Estudos sobre fenologia de espécies de Cyatheaceae estão ligados à produção e longevidade de frondes (Ash 1987; Seiler 1981; Tanner 1983). A maioria dos trabalhos diz respeito ao acompanhamento da produção de frondes maduras, imaturas e senescência das frondes para estimativa da idade das pteridófitas arborescentes (Seiler 1981; Tanner 1983; Ash 1986; 1987; Willmot, 1989; Sharpe & Jernstedt 1990; Sharpe 1997).

Anatomia foliar de pteridófitas

Os poucos estudos relacionados à anatomia de pteridófitas enfocam a anatomia comparada dos órgãos vegetativos. Caracteres anatômicos foram utilizados pela taxonomia para identificação de espécies, entre eles a organização dos tecidos epidérmicos e do mesófilo, a tipologia estomática e os padrões de vascularização do pecíolo (Ogura 1972; Graçano *et al.* 2001). Ogura (1972) apresentou dados gerais sobre a organização vascular de raiz, rizoma, pecíolo e frondes de diversas espécies de pteridófitas, incluindo a família Cyatheaceae.

Estudos enfocando a anatomia foliar de pteridófitas foram realizados mais recentemente por Lavalle (2005) e por Pita *e. al.* (2006). Nestes trabalhos foram descritas detalhadamente as células da epiderme, córtex, além da classificação dos estômatos nos gêneros *Marattia* Sw. e *Huperzia* Bernh.

Germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos de pteridófitas

O ciclo de vida das pteridófitas apresenta uma alternância entre a fase gametofítica e a fase esporofítica, sendo esta permanente apresentando frondes com soros na face abaxial, onde são encontrados os esporângios com esporos. Estes, quando liberados, são dispersos, em sua maioria pelo vento, germinam e apresentam como resultado um rizóide e uma célula protonemal que irá se desenvolver e formar o gametófito (Dyer 1979; Lemos 1991). Embora a fase gametofítica apresente formas pequenas e aparentem maior fragilidade e dependência de condições favoráveis de umidade e temperaturas, muitos trabalhos têm demonstrado maior resistência e alta plasticidade morfológica frente às oscilações ambientais quando comparado aos esporófitos (Raghavan 1989).

Estudos sobre a germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos têm sido realizados nas últimas décadas. Fatores ambientais como intensidade e qualidade de luz, nutrição mineral, estresse hídrico, temperatura e constituintes do solo condicionam a

fisionomia vegetal de um determinado local e podem alterar o ciclo de vida de muitos organismos (Pérez-García & Riba 1982). A temperatura e a luz são fatores muito importantes para se obter sucesso na germinação. Esses dois fatores vêm sendo estudados para averiguar quais os efeitos que podem causar, desde a estrutura do esporo até o desenvolvimento dos gametófitos (Raghavan 1989).

A luz é um importante fator para desencadear a germinação. A maioria dos esporos de pteridófitas são fotoblásticos positivos. Para que o processo de germinação seja iniciado a qualidade e a intensidade luminosa são importantes, assim como no desenvolvimento dos gametófitos (Raghavan 1989; Banks 1999; Renner & Randi 2004). Na ausência de luz ou na presença de luz vermelho-extremo, alguns gametófitos tendem a continuar na fase filamentosa, não atingindo assim a fase adulta (Rashid 1976; Dyer 1979; Dyer 1983; Raghavan 1989; Whittier & Pintaud 1999). Estudos com *Pteris vittata* L. demonstraram que a germinação máxima de esporos foi induzida por luz branca, vermelha, azul e, raramente por luz vermelho-extremo. A baixa intensidade luminosa induziu a redução da germinação em *Cyathea pungens* (Willd.) Domin (Silva Júnior 2002). Esporos de *C. delgadii* têm sua germinação iniciada após receber um pré-tratamento com luz vermelho e vermelho extremo (Randi & Felipe 1988). Entretanto, algumas espécies de pteridófitas, como *Lycopodium lucidulum* Michx. e *Diplasiastrum xhabereri* (House) Holub, apresentam-se fotoblásticas negativas e após a germinação no escuro desenvolvem gametófitos subterrâneos e micorrízicos (Whittier & Webster 1986; Whittier & Britton 1995).

***E*spécies estudadas**

As espécies *Alsophila setosa* Kaulf., *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin, *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin e *Cyathea praecincta* Domin pertencem à família Cyatheaceae e, foram escolhidas por apresentarem distribuição geográfica ampla. Com exceção da *C. microdonta*, que pode ser encontrada nos mais variados locais. *A. setosa*, *C. corcovadensis* e *C. praecincta* são consideradas espécies raras, pois não são encontradas facilmente em locais de alta antropização. São espécies que apresentam peculiaridades biológicas e que não foram estudadas do ponto de vista ecofisiológico. Segundo Fernandes (2003) as espécies apresentam as seguintes características morfológicas: 1) *Alsophila setosa* apresenta caule sempre com as bases espinhentas dos pecíolos; pecíolos com pinas basais aflebióides, lâmina gradual ou abruptamente reduzida no ápice e indúsio escamiforme; 2) *Cyathea corcovadensis* apresenta pinas com pínulas apicais conformes ou subconformes; pínulas de margem inteira lobada,

pínulas longo-lanceoladas: 3) *Cyathea microdonta* pecíolo e raque com espinhos grandes e fortes, pina-raque com espinhos e 4) *Cyathea praecincta* apresenta soros marginais, escamas da base dos pecíolos grandes, pínulas lanceoladas, nervuras secundárias salientes e fortes, alguns ramos às vezes anastomosados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ash, J. 1986. Demography and production of *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae), a tropical tree-fern from Fiji. **Australian Journal of Botany** **34**: 207-215.

Ash, J. 1987. Demography of *Cyathea hornei* (Cyatheaceae), a tropical tree-fern in Fiji. **Australian Journal of Botany** **35**: 331-342.

Banks, J.A. 1999. Gametophyte development in ferns. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology** **50**: 163-186.

Barbosa, M.R. & Thomas, W.W. 2002. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Mata Atlântica no nordeste Pp. 19-22. In: E.L. Araújo; A.N. Moura; E.V.S.B. Sampaio; L.M.S. Gustinari & J.M.T. Carneiro (Eds.) **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife, Editora Universitária - UFPE.

Barros, I.C.L.; Santiago, A.C.P.; Xavier, S.R.S.; Pietrobon-Silva, M.R. & Luna, C.P.L. 2002. Diversidade e aspectos ecológicos das Pteridófitas (avencas, samambaias e plantas afins) ocorrentes em Pernambuco. Pp. 153-172. In: M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife, Editora Massangana e SECTMA.

Chiou, W.L.; Lin, J.C. & Wang, J.Y. 2001. Phenology of *Cibotium taiwanense* (Dicksoniaceae). **Taiwan Journal of Science** **16**: 209-215.

Dyer, A.F. 1979. **The experimental biology of ferns**. London, Academic Press Inc. (London) LTD, 657p.

Dyer, A.F. 1983. The gametophyte in culture – a simple system for studying plant development and reproduction. **Journal of Biological Education** **17**: 23-39.

Dyer, A.F. & Lindsay, S. 1996. Soil spore banks - a new resource for conservation Pp. 153-160. In: J.M. Camus; M. Gibby & R.J. Johns (Eds.) **Pteridology in Perspective**. London, Royal Botanic Gardens Kew.

Farrar, D.R. 1976. Spore retention and release from overwintering fern fronds. **American Fern Journal** **66**: 49-52.

Farrar, D.R. & Gooch, R.D. 1975. Fern reproduction at Woodman Hollow, Central Iowa: preliminary observation and a consideration of the feasibility of studying fern reproduction biology in nature. **Proceedings Iowa Academic Science** **82**:119-122.

Fenner, M. 1995. Ecology of seed banks Pp. 507-528 In: J. Kigel & G. Galli (Eds.) **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker Inc.

Fernandes, I. 2003. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do nordeste oriental do Brasil. **Pesquisas Botânicas** **53**: 7-53.

Franz, I. & Schmitt, J.L. 2005. *Blechnum brasiliense* Desv. (Pteridophyta, Blechnaceae): estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica. **Pesquisas Botânicas** **56**: 173-184.

Graçano, D.; Azevedo, A.A. & Prado, J. 2001. Anatomia foliar de espécies de Pteridaceae do Parque Estadual do Rio Doce (PERD) – MG. **Revista Brasileira de Botânica** **24**: 333-347.

Guimarães, T.B. & Felipe, G.M. 1999. The survival and establishment potencial of spores of *Cyathea delgadii* Sternb. in soils from Itirapina and Moji Guaçu (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **22**: 385-390.

Johnson-Groh, C.L. & Lee, J.M. 2002. Phenology and demography of two species of *Botrychium* (Ophioglossaceae). **American Journal of Botany** **89** (10): 1624-1633.

Laurence, W.F.; Delamonica, P.; Laurence, S.G.; Vasconcelos, H.L. & Lovejoy, T.E. 2000. Rainforest fragmentation kills big trees. **Nature** **404**: 836.

Lavalle, M.C. 2005. Arquitetura foliar y otros caracteres del esporófito em espécies neotropicales de *Marattia* Sw. (Marattiaceae-Pteridophyta). **Acta Botanica Malacitana** 30: 11-30.

Lellinger, D.B. 1987. The disposition of *Trichipteris* (Cyatheaceae). **American Fern Journal** 77: 90-94.

Lemos, J.M. 1991. **Germinação de esporos e desenvolvimento de prótalos de *Pteris vittata* L. (Pteridaceae)**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

Mehltreter, K. 2006. Leaf phenology of the climbing fern *Lygodium venustum* in a Semideciduos Lowland Forest on the Gulf of Mexico. **American Fern Journal** 96: 21-30.

Mehltreter, K. & Palácios-Rios, M. 2003. Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico. **Journal of Tropical Ecology** 19: 155-162.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-845.

Nascimento, H.E.M.; Dias, A.S.; Tabanez, A.A.J. & Viana, V.M. 1999. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 59: 329-342.

Ogura, Y. 1972. **Comparative anatomy of vegetative organs of the pteridophytes**. 2^aed. Berlin, Gebrüder Borntraeger.

Page, C.N. 1979. Experimental aspects of fern ecology. Pp. 552-589. In: **The experimental biology of ferns**. London, Academic Press.

Pérez-García, B. & Riba, R. 1982. Germinacion de esporas de Cyatheaceae bajo diversas temperaturas. **Biotropica** **14**: 281-287.

Pita, P.B.; Menezes, N.L. & Prado, J. 2006. Morfologia externa e interna das folhas vegetativas, esporofilos e esporângios de espécies de *Huperzia* Bernh. (Lycopodiaceae-Pteridophyta) do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **29**: 115-131.

Prance, G.T. 1982. Forest refuges: evidences from woody angiosperms. Pp. 137-158. In: G.T. Prance (eds.) **Biological diversification in the tropics**. New York, Columbia University Press.

Prance, G.T. 1987. Biogeography of neotropical plants. Pp. 175-196. In: T.C. Whitmore & G.T. Prance (eds.) **Biogeography and quaternary history in tropical**. Oxford, America Claredon Press.

Raghavan, V. 1989. **Development biology of fern gametophytes**. Cambridge, Cambridge University Press.

Randi, A.M. & Felipe, G.M. 1988. Effects of red and far-red on the germination of spores of *Cyathea delgadii*. **Revista Brasileira de Botânica** **11**: 41-45.

Rashid, A. 1976. **An introduction to pteridophyta (Diversity and differentiation)**. New Delhi, Vikas Publishing House PUT LTD.

Renner, G.D.R. & Randi, A.M. 2004. Effects of the sucrose and irradiance on germination and early gametophyte growth of the endangered tree fern *Dicksonia sellowiana* Hook (Dicksoniaceae). **Acta Botanica Brasilica** **18**: 375-380.

Scariot, A. 1998. Consequências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeiras na Amazônia central. **Série técnica IPEF** **12**: 71-85.

Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19**: 859-865.

Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2006. Phenological aspects of frond production in *Alsophila setosa* (Cyatheaceae: Pteridophyta) in southern Brazil. **Fern Gazette** **17**: 263-270.

Sharpe, J.M. 1997. Leaf growth and demography of the rheophytic fern *Thelypteris aungustifolia* (Willdenow) Proctor in a Puerto Rican rainforest. **Plant Ecology** **130**: 203-212.

Sharpe, J.M. & Jernstedt, J.A. 1990. Leaf growth and phenology of the dimorphic herbaceous layer fern *Danaea wendlandii* (Marattiaceae) in a Costa Rican rain forest. **American Journal of Botany** **77**: 1040-1049.

Sheffield, E. 1996. From pteridophyte to sporophyte in the natural environment Pp. 541-549. In: J.M. CAMUS; M. GIBBY & R.J. JOHNS (Eds.) **Pteridology in Perspective**. London, Royal Botanic Gardens Kew.

Silva Júnior, A.H.P. 2002. **Germinação e formação de banco de esporos de *Cyathea pungens* (Willd.) Domin**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

Silva, F.C.L. 2001. **Ecofisiologia da germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos de *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott (Pteridophyta) do Refúgio Ecológico Charles Darwin, Igarassu (PE)**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

Silva, F.C.L. 2003. **Controle populacional de *Blechnum brasiliense* Desv. e *Blechnum occidentale* L. e formação do banco de esporos em dois fragmentos de Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

Simabukuro, E.A., Esteves, L.M. & Felipe, G.M. 1998. Analysis of fern spore bank in southeast Brazil. **Hoehnea** **25**: 45-57.

Seiler, R.L. 1981. Leaf turnover rates and natural history of the Central American tree fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal** **71**: 75-81.

Souza, K.R.M.S. 2006. **Ecofisiologia de pteridófitas em fragmentos de Floresta Atlântica, Nazaré da Mata, Pernambuco, Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

Tanner, E.V.J. 1983. Leaf demography and growth of the tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn in Jamaica. **Botanical Journal of the Linnean Society** **87**: 213-227.

Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America**. New York, Springer-Verlag.

Whittier, D.P. & Britton, D.M. 1995. Gametophytes of *Diplasiastrum xhabereri*. **American Fern Journal** **85**: 89-94.

Whittier, D.P. & Pintaud, J. 1999. Spore germination and early gametophyte development in *Stromatopteris*. **American Fern Journal** **89**: 142-148.

Whittier, D.P. & Webster, T.R. 1986. Gametophytes of *Lycopodium lucidulum* from axenic culture. **American Fern Journal** **76**: 48-55.

Willmot, A. 1989. The phenology of leaf life spans in woodland populations of the ferns *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott and *D. dilatata* (Hoffm.) A. Gray in Derbyshire. **Botanical Journal of the Linnean Society** **99**: 387-395.

Capítulo 1

Artigo a ser enviado para a Fern Gazette

FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES DE CYATHEACEAE (MONILOPHYTA) EM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA, PERNAMBUCO, BRASIL

F. C. L. SILVA¹ & E. A. SIMABUKURO²

¹. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal / UFPE. Cidade Universitária. Recife (PE). Cep 50670-901. (email: flaviacslsilva@hotmail.com)

². Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba. (email: esimabuk@hotmail.com)

Key words: *Cyathea*, *Alsophila*, arborescence ferns, production of spores, fronds.

ABSTRACT

The forest remainders of the Northeast Region of Brazil possess low abundance and diversity of arborescence ferns. The maintenance of the small existing populations depends on the recognition of the priority areas, the plan of handling and, mainly, of the preservation of the microclimatic conditions that guarantee the complete cycle of life of the species. The objective of this work was to carry through the phenology study of *Cyathea corcovadensis*, *C. microdonta*, *C. praecincta* and *Alsophila setosa*, in remainder of Atlantic Forest of Pernambuco. Ten individuals of each species had been marked, and analyzed phenophases: walking sticks; walking sticks with petiole expanded; walking sticks partially opened; sterile, fertile and senescentes fronds. All phenophases had been observed monthly along one year. The production of sterile and fertile fronds, in *Cyathea corcovadensis*, was continuous. On the other hand, in *Cyathea microdonta* the production and the senescence of fronds had been associates to the rainy and dry period, respectively. This species also kept the highest number of fronds along one year; great part of them was fertile fronds. In *Alsophila setosa*, the production of spores was harmed by the presence of herbivores since the beginning of the leaf expansion. So, the four species studied had distinct reproductive strategies and each one needs a specific attention to be preserved.

INTRODUÇÃO

A fenologia reúne dados importantes para o conhecimento acerca do crescimento e da reprodução das plantas. A partir da identificação das fenofases é possível conhecer mais sobre a dinâmica populacional das espécies vegetais. Eventos fenológicos reprodutivos sazonais sincronizados podem representar vantagens adaptativas para muitas espécies tropicais (Morellato *et al.*, 1990; Chiou *et al.*, 2001; Pedroni *et al.*, 2002).

Estudos fenológicos em florestas tropicais vêm sendo desenvolvidos principalmente com angiospermas (Lin *et al.*, 1997). São relativamente poucos os trabalhos sobre fenologia de pteridófitas (Page, 1979). Taxa de crescimento de frondes de pteridófitas foram determinadas para *Leptopteris wilkesiana* (Brackenridge) Christ, *Thelypteris angustifolia* (Willdenow) Proctor, *Danaea wendlandi* Reichenb., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott e *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) por Ash (1986), Sharpe (1997), Sharpe & Jernstedt (1990) e Willmot (1989), respectivamente. Para pteridófitas arborescentes, Seiler (1981), Tanner (1983) e Ash (1987) relacionaram a produção de frondes maduras, imaturas e senescentes com a idade de *Alsophila salvinii* Hooker, *Cyathea pubescens* Mett. ex. Kuhn e *Cyathea hornei* (Baker) Copel, respectivamente. Em todos os casos, quanto mais velho o indivíduo maior a produção de fronde por mês, não sendo observado fase de interrupção.

Estudos mais recentes relacionaram os dados de desenvolvimento da fase esporofítica, crescimento de cáudice, produção, expansão e senescência de frondes com a estrutura populacional de *Cibotium taiwanense* Kuo, *Botrychium gallicomontanum* Farrar & Johnson-Groh, *B. mormo* W.H. Wanger, *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch, *Alsophila setosa* Kaulf, *Blechnum brasiliense* Desv., *Lygodium venustum* Sw. e encontraram correlação entre crescimento e estação chuvosa, quanto mais chuva maior o crescimento das estruturas (Chiou *et al.*, 2001; Johnson-Groh & Lee, 2002; Mehltreter & Palácios-Rios, 2003; Franz & Schmitt, 2005; Schmitt & Windisch, 2005; 2006; Mehltreter, 2006).

Segundo Mehltreter (2006), as variações de precipitação pluviométrica e temperatura do ar são determinantes para o crescimento das frondes e do ritmo de fertilidade. A correlação entre estes fatores e a fenologia das frondes deve ser mais expressiva nas espécies que não apresentam características adaptativas foliares para reduzir a transpiração como presença dos tricomas e escamas, consistência coriácea, revivescência, ou sazonalidade. Altas temperatura e disponibilidade hídrica, proporcionada pela precipitação, favorecem a alta taxa metabólica e com isto o crescimento e alocação de recursos para a formação dos esporos. Com relação à

dispersão, o ar seco, proporcionado pela baixa precipitação e alta temperatura, será o responsável pelas longas distâncias atingidas pelos esporos e, portanto, influenciam na composição vegetal. Se por um lado, as condições micro-climáticas determinam o ritmo de crescimento e a distribuição das espécies de pteridófitas, por outro, este grupo pode ser considerado responsável pelo micro-clima, pois as espécies arbóreas promovem sombreamento (baixa intensidade luminosa e temperatura do ar e aumento da umidade relativa do ar) e os clones de espécies terrestres retêm matéria orgânica no solo e reduzem o impacto da chuva e do vento.

Dados biológicos, como taxa de crescimento e velocidade de produção de frondes, são importantes para estratégias de conservação das espécies, principalmente daquelas que são exploradas comercialmente. As espécies arborescentes correspondem ao grupo de maior ação predatória das pteridófitas presentes em remanescentes florestais para a utilização como substratos para cultivo de orquídeas e bromélias, material de decoração (Schmitt & Windisch, 2005; 2006) e uso medicinal.

O objetivo deste trabalho foi discutir a importância das condições climáticas para a manutenção das pequenas populações a partir do estudo fenológico de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin, *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin, *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin e *Alsophila setosa* Kaulf., espécies arborescentes presentes em remanescentes de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécies estudadas

Os estudos fenológicos foram realizados em populações de *Cyathea corcovadensis* (Raddi), *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin, *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin e *Alsophila setosa* Kaulf. As quatro espécies pertencem à família Cyatheaceae (Tryon & Tryon 1982) e possuem o hábito arborescente, caracterizado por caule único de ápice composto e contendo coroa de folhas, trazendo as partes jovens protegidas por escamas (Fernandes 2003).

As principais características morfológicas para *C. corcovadensis* são pinas com pínulas apicais conformes ou subconformes; pínulas de margem inteira a lobada. Em *C. microdonta* o pecíolo e a raque possuem espinhos grandes e fortes. *C. praecincta* apresenta soros sub-marginais, escamas da base dos pecíolos grandes, pínulas lanceoladas, vênulas secundárias salientes e fortes. *A. setosa* apresenta caule sempre com as bases espinhentas; pecíolos com pinas basais aflebóides; lâmina gradual ou abruptamente reduzida no ápice não constituindo pina apical conforme e indúcio escamiforme (Fernandes, 2003).

Exsicatas das espécies *Cyathea corcovadensis*, *Cyathea microdonta*, *Cyathea praecincta* foram depositadas no herbário UFP (n° 45026, 45027, 45028).

Estudo fenológico

O estudo fenológico foi realizado nas matas da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Frei Caneca, remanescente vegetacional de Floresta Atlântica de 630,42 ha, que está localizada a 08°42'37"S e 35°50'01"W e cerca 750 m de altitude. Segundo Siqueira Filho & Leme (2000), a precipitação média anual da região corresponde a 1.283,46mm.

Dez indivíduos de cada espécie foram marcados para as observações mensais realizadas no período de um ano: dezembro de 2004 a dezembro de 2005 para *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin, *C. microdonta* (Desv.) Domin e *C. praecincta* (Kunze) Domin; fevereiro de 2005 a fevereiro de 2006 para *Alsophila setosa* Kaulf.. Neste período de um ano, foram registrados: a) número de báculos (b); b) número de báculos com pecíolo expandido (bpe); c) número de báculos parcialmente abertos (bpa); d) número de báculos abortados (ba); e) frondes estéreis (fe); f) frondes férteis (ff) e g) frondes senescentes (fs) (Lehn *et al.*, 2002).

A fim de verificar fatores que influenciem as populações, dados pluviométricos e de temperatura do ar foram obtidos junto a Usina Colônia (PE). As estações chuvosa e seca foram bem definidas ocorrendo chuva nos meses de março a agosto e, seca ocorrendo de

setembro a fevereiro (Fig.1). Os valores médios de temperatura do ar variaram de 20°C (maio) a 26°C (novembro).

Os dados das fenofases foram avaliados segundo a média e percentual. Para correlacionar as categorias analisadas com dados pluviométricos e de temperatura foi realizado o teste de Spearman ($p < 0,05$) através do programa Bioestat 3.0 (Ayres *et al.*, 2003).

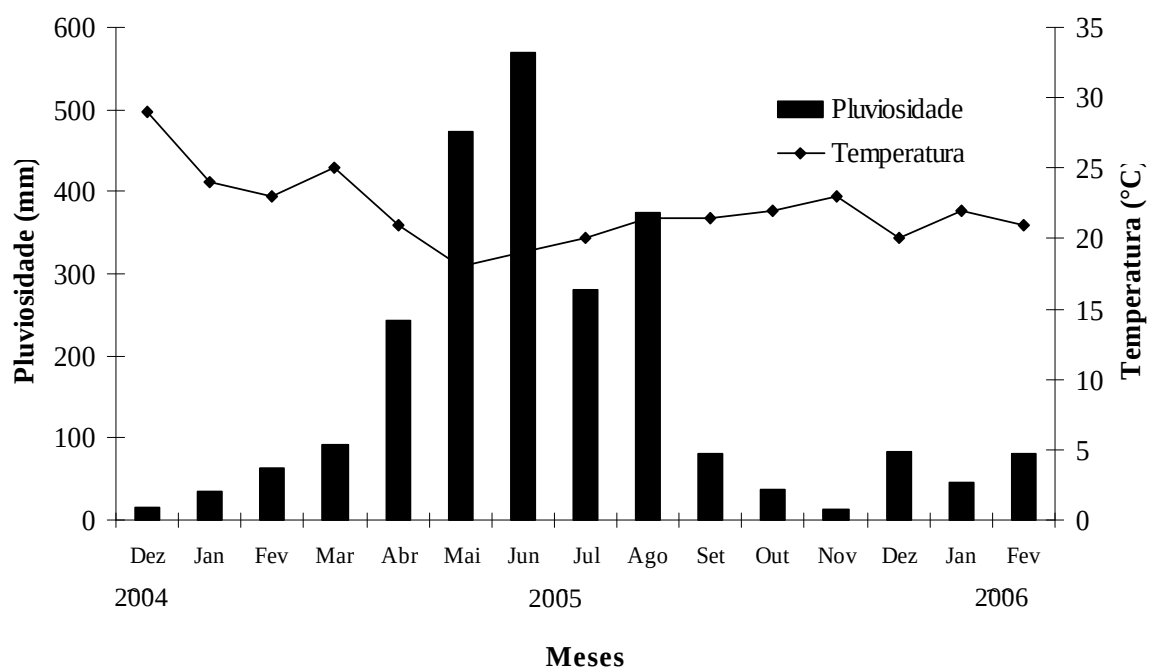


Figura 1. Dados de pluviosidade e temperatura da RPPN Frei Caneca (PE). Dezembro de 2004 a Fevereiro de 2006, município de Jaqueira – Pernambuco - Brasil.

RESULTADOS

Os indivíduos de *Cyathea corcovadensis* observados apresentaram báculos, frondes férteis, estéreis e senescentes durante todo o ano (Fig. 2 e 6). O surgimento dos báculos ocorreu independentemente da estação seca ou chuvosa, com produção média de $0,5 \text{ bpa.mês}^{-1}$. As variações micro-climáticas não induziram o aborto dos báculos. Devido a diferentes velocidades de crescimento e expansão, foram observados valores médios baixos para báculos parcialmente abertos ($0,2 \text{ bpa.mês}^{-1}$) e valores superiores de báculos com pecíolos expandidos ($1,0 \text{ bpa.mês}^{-1}$) nos meses de março e maio de 2005. Neste último caso, o valor foi associado ao aumento da pluviosidade (Tabela 1). As frondes férteis, por outro lado, apresentaram pico de produção ($3,2 \text{ bpa.mês}^{-1}$) após mês de baixa pluviosidade, indicando não haver correlação (Tabela 1). Frondes estéreis e senescentes estiveram presentes durante todo ano.

Em *Cyathea microdonta* houve produção de todas as categorias de frondes ao longo do ano, sendo observado inclusive báculo abortado nos meses de abril e novembro (Fig 3 e 6). Os valores médios variaram de 7,8 em dezembro de 2004 a 15,5 em dezembro de 2005. Apesar da produção de báculo ocorrer ao longo de todo ano, foram observadas baixa produção em junho ($0,4 \text{ bpa.mês}^{-1}$) e alta em setembro de 2005 ($1,4 \text{ bpa.mês}^{-1}$). A produção de báculos com pecíolo expandido apresentou correlação positiva com pluviosidade (Tabela 1), com 2,5bpe em maio de 2005, seguido de decréscimo nos meses de outubro e novembro de 2005. A produção de báculos parcialmente abertos foi afetada mesmo com a pouca variação de temperatura, apresentando uma correlação negativa (Tabela 1). Por outro lado, não foi encontrada correlação entre báculos abortados e temperatura e/ou pluviosidade. Considerando somente as frondes adultas, *C. microdonta* produz mais frondes férteis ($3,8 \text{ bpa.mês}^{-1}$) que frondes estéreis ($2,8 \text{ bpa.mês}^{-1}$). A maior produção de frondes férteis ocorreu nos meses de maior pluviosidade (Tabela 1).

Cyathea praecincta, assim como *C. microdonta*, apresentou todas as categorias de báculos e frondes (Fig. 4). O surgimento dos báculos aumentou no início da estação chuvosa ($0,6 \text{ b}$). A produção de frondes estéreis variou pouco e representou 1,5 a 2,5 % da produção mensal (Fig. 6). Por outro lado, houve redução do número de frondes férteis nos meses de secas. Comparando estes resultados com as demais espécies observa-se, independente do déficit hídrico, grande produção de frondes (38 a 55%). Houve, portanto, correlação positiva entre a produção de frondes férteis e a pluviosidade (Tabela 1). A categoria fronde senescente foi encontrada durante todo ano, aumentando a partir de agosto.

O número médio de frondes em *Alsophila setosa* (Fig. 5) variou de 1,5 (junho) a 11,9

(novembro). Nesta espécie, o número médio dos báculos também variou muito e esteve ausente nos meses de junho a agosto. As Figuras 5 e 6 demonstram a presença de frondes férteis sob baixos valores ($8,8 \text{ bpa.mês}^{-1}$). Embora a presença destas frondes tenha sido registrada, não foi observada fronde com expansão total e os registros foram feitos em pequenas porções não herbivoradas. O principal herbívoro observado em campo foi a formiga *Atta sexdens*. As frondes férteis estiveram presentes em maior frequência, número médio ($5,3 \text{ bpa.mês}^{-1}$) e, possuíam grande área, provavelmente por atrair menos os herbívoros. Foram observadas baixas porcentagens nas categorias báculo pecíolo com expandido e báculo parcialmente aberto, prevalecendo às frondes senescentes, principalmente a partir de setembro. Maior número de frondes senescentes está relacionada com os meses de menor pluviosidade e maior temperatura (Tabela 1).

Analisando as quatro espécies isoladamente, é possível notar que não existe um padrão e/ou um sincronismo na formação das frondes apesar das espécies pertencerem à mesma família (Fig. 6). Comparando a produção de báculos, *Cyathea microdonta* apresentou a maior porcentagem. A categoria báculo abortado não foi encontrada em todas as espécies e ocorreu de forma não contínua e em baixos valores, demonstrando não haver uma relação com as estações. As frondes estéreis apresentaram maior porcentagem a partir do mês de dezembro de 2004 até o final de abril de 2005. Com exceção de *Alsophila setosa*, as demais espécies apresentaram alta porcentagem de produção de frondes férteis na estação chuvosa. A partir do início da estação seca, foi observado o início do processo de senescência. Neste período a porcentagem de frondes férteis começa a decrescer.

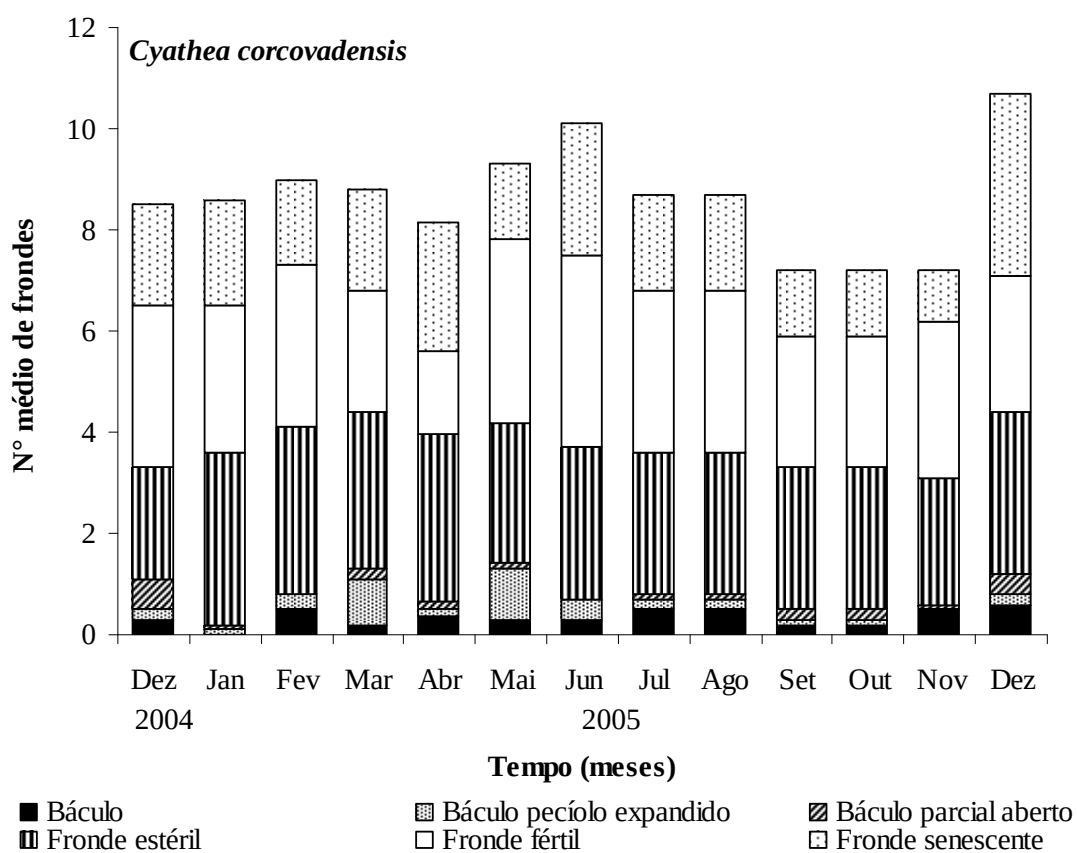


Figura 2. Produção de báculos e frondes de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin durante o período de dezembro de 2004 a dezembro de 2005. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil.

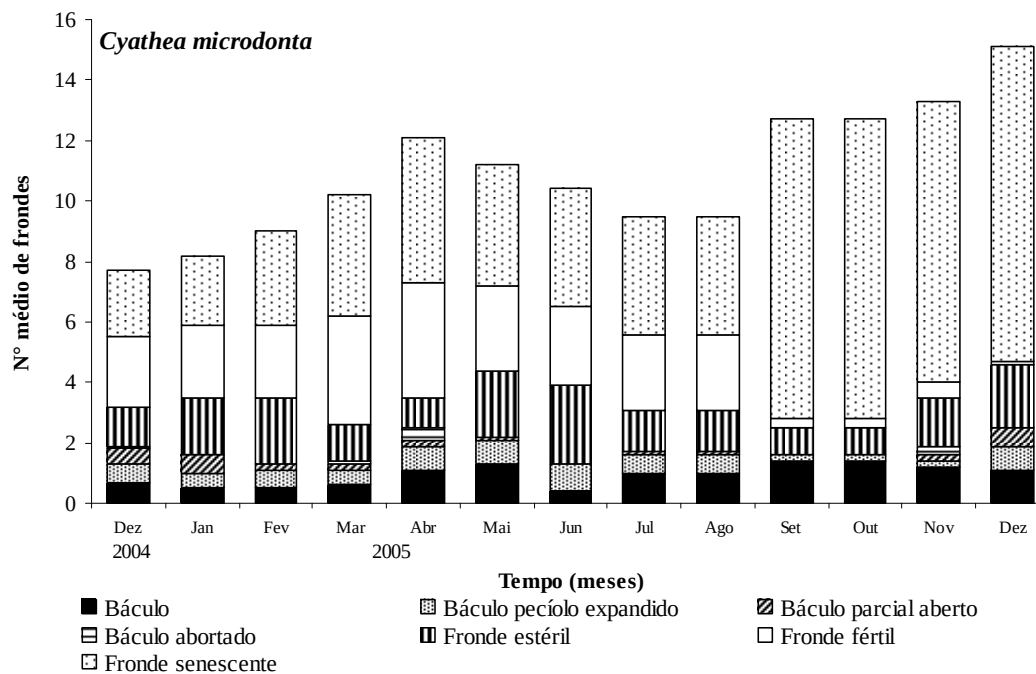


Figura 3. Produção de báculos e frondes de *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin durante o período de dezembro de 2004 a dezembro de 2005. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil.

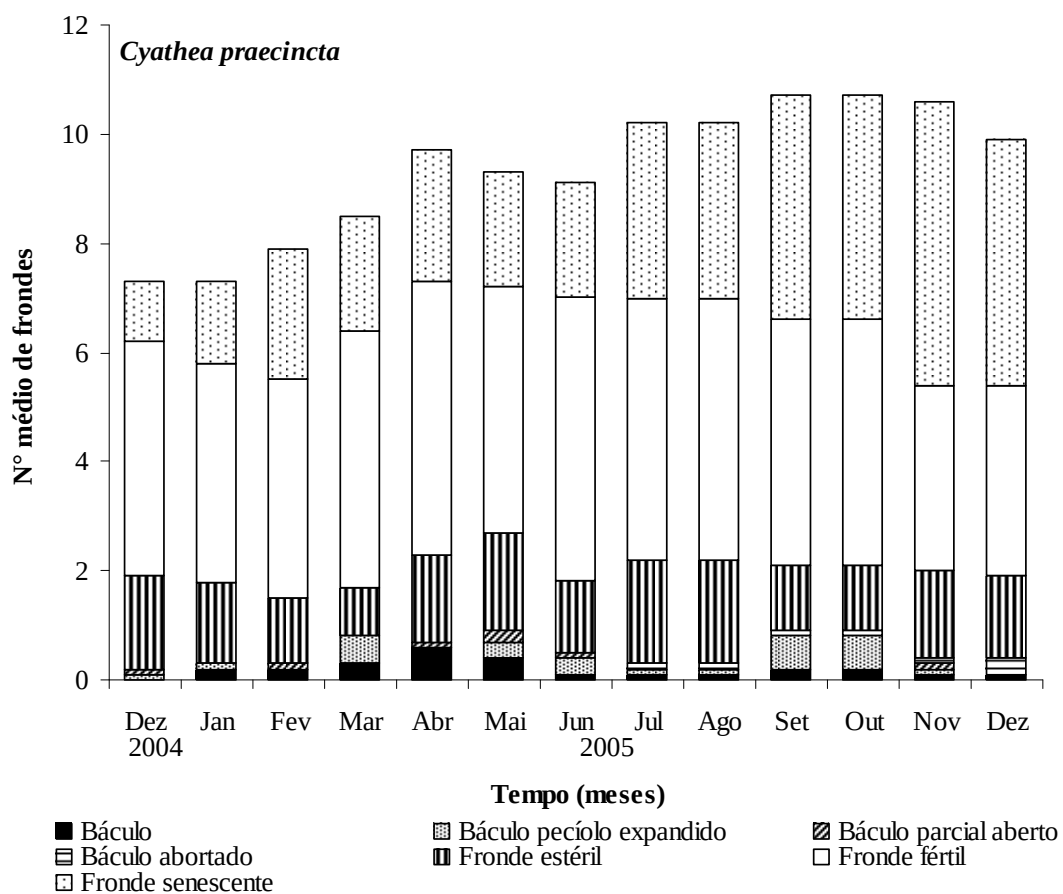


Figura 4. Produção de báculos e frondes de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin durante o período de dezembro de 2004 a dezembro de 2005. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil.

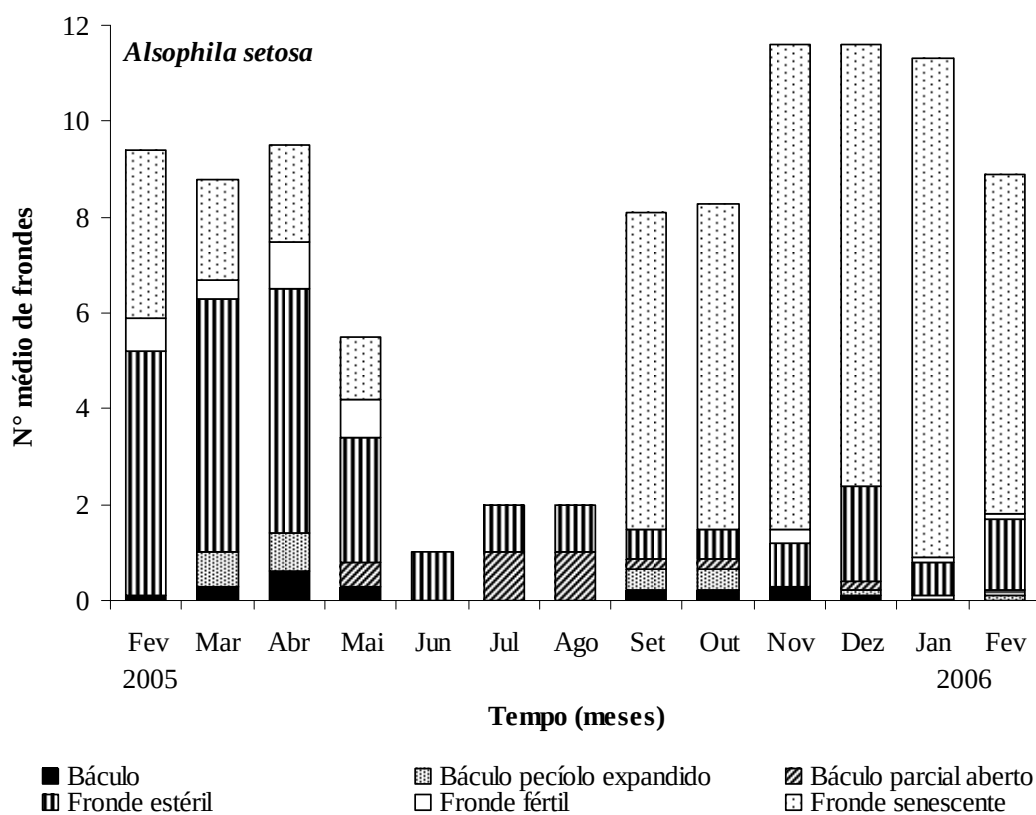


Figura 5. Produção de báculos e frondes de *Alsophila setosa* Kaulf. durante o período de janeiro de 2005 a janeiro de 2006. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil.

Tabela 1. Correlação entre as médias das categorias fenológicas de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin, *C. microdonta* (Desv.) Domin, *C. praecincta* (Kunze) Domin e *Alsophila setosa* Kaulf. e dados meteorológicos (pluviosidade e temperatura do ar) de uma área de Floresta Atlântica. Teste de correlação de Spearman ($p < 0,05$). (*)= não significativo

Espécie/categoria	Pluviosidade		Temperatura	
	r	p	r	p
<i>Cyathea corcovadensis</i>				
Báculo	*	*	*	*
Báculo pecíolo expandido	0.6612	0.0138	*	*
Báculo parcialmente aberto	*	*	*	*
Báculo abortado	*	*	*	*
Fronde estéril	*	*	*	*
Fronde fértil	*	*	*	*
Fronde senescente	*	*	*	*
<i>Cyathea microdonta</i>	*	*	*	*
Báculo	*	*	*	*
Báculo pecíolo expandido	0.6857	0.0096	*	*
Báculo parcialmente aberto	*	*	-0.6692	0.0012
Báculo abortado	*	*	*	*
Fronde estéril	*	*	*	*
Fronde fértil	0.6317	0.0205	*	*
Fronde senescente	*	*	*	*
<i>Cyathea praecincta</i>	*	*	*	*
Báculo	*	*	*	*
Báculo pecíolo expandido	*	*	*	*
Báculo parcialmente aberto	*	*	*	*
Báculo abortado	*	*	*	*
Fronde estéril	*	*	*	*
Fronde fértil	0.7729	0.0019	-0.5764	0.0391
Fronde senescente	*	*	*	*
<i>Alsophila setosa</i>	*	*	*	*
Báculo	*	*	*	*
Báculo pecíolo expandido	*	*	*	*
Báculo parcialmente aberto	*	*	-0.6394	0.0186
Báculo abortado	*	*	*	*
Fronde estéril	*	*	*	*
Fronde fértil	*	*	*	*
Fronde senescente	-0.9061	0.0000	0.7129	0.0062

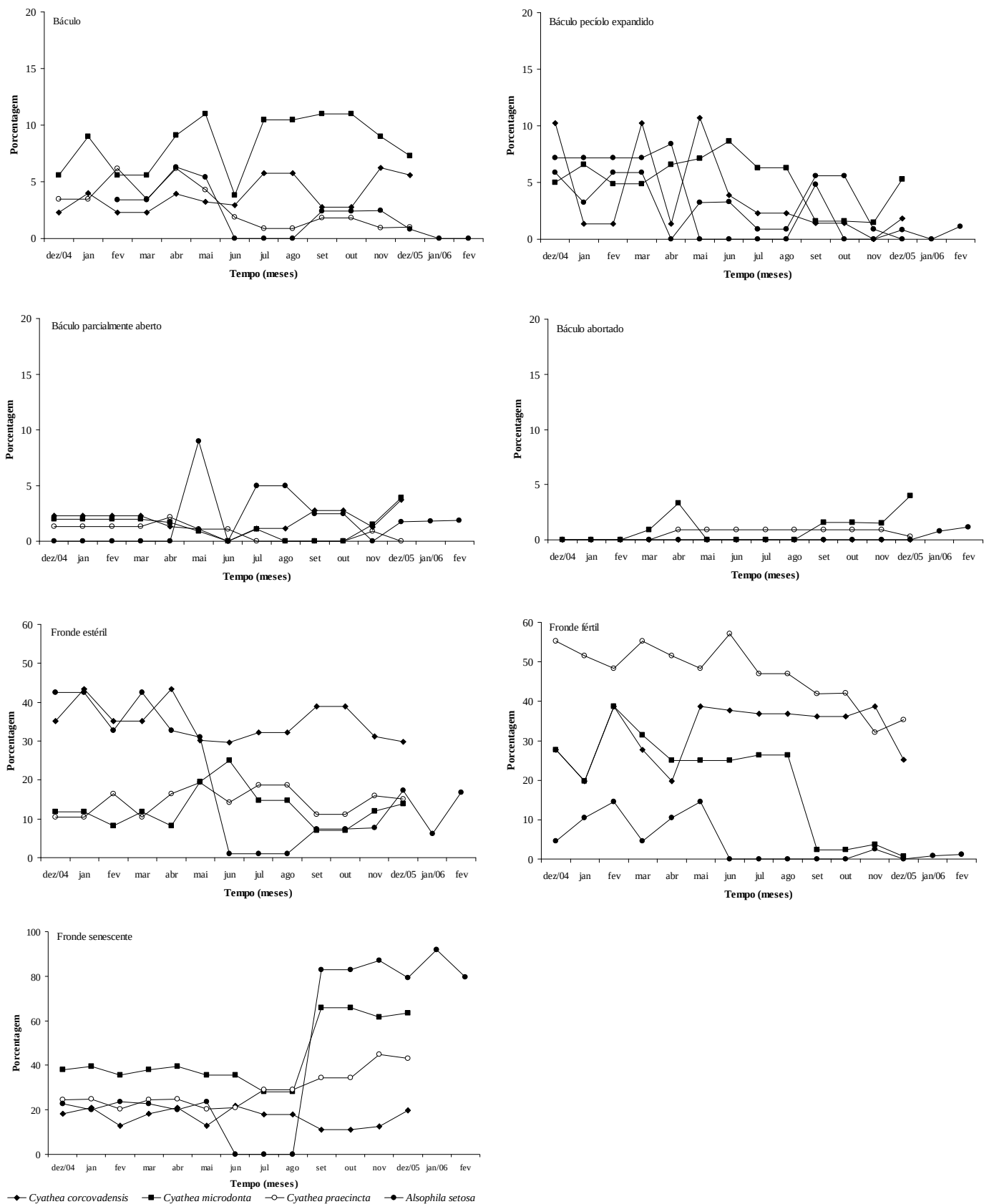


Figura 6. Categorias fenológicas de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin, *C. microdonta* (Desv.) Domin, *C. praecincta* (Kunze) Domin e *Alsophila setosa* Kaulf. RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira – Pernambuco – Brasil.

DISCUSSÃO

Cyathea corcovadensis, *C. microdonta*, *C. praecincta* e *Alsophila setosa* estão presentes na RPPN Frei Caneca em populações únicas como “ilhas” indicando a importância das condições micro-climáticas para cada espécie. *C. corcovadensis* e *A. setosa* estão presentes na mata da Serra do Quengo, porém a primeira espécie em região mais alta, próxima a afloramento rochoso e seus indivíduos altos possuem as frondes captando luz solar direta ou por “sunflecks”. *A. setosa* está presente na borda de trilha, próximo a curso hídrico e área de menor altitude. *C. microdonta* e *C. praecincta* estão em lados opostos da Mata da Bernadina, não diferindo em altitude, mas em retenção de umidade do solo.

O número médio mensal de frondes variou expressivamente em *A. setosa*. Embora os meses de junho, julho e agosto correspondam à estação chuvosa no local e, portanto, período favorável para produção de frondes, estes foram os meses de menor presença desde báculos até frondes. Provavelmente este período tenha sido muito mais favorável ao ciclo de vida das formigas, pois a taxa de herbivoria foi alta. Pode-se interpretar a herbivoria acentuada como um indicador de início de desequilíbrio de fonte de alimento para as formigas. A área, próximo à trilha, possui menor densidade e diversidade vegetal. No ano de estudo, as frondes férteis foram consumidas em quase toda sua área foliar e a permanência dos indivíduos foi devido à ausência de ataque das formigas à gema apical. Em geral, houve aumento da mortalidade de plantas adultas e conseqüente aumento da intensidade luminosa e redução da retenção da umidade do solo. Caso esta intensa herbivoria se repita por anos, a manutenção da população estará comprometida visto que não foram observados indivíduos novos no local e a espécie não apresenta reprodução assexuada. Sinais de herbivoria e danos parciais em frondes na espécie também foram observados por Schmitt & Windisch (2005) em população do Rio Grande do Sul sem, porém, identificar o predador.

Para Johnson-Groh & Lee (2002), as variações micro-climáticas estabelecidas em região aberta e interior de floresta nas populações de *Botrichium gallicomontanum* e *B. mormo* não são determinantes para a emergência de frondes. Provavelmente a capacidade de sobrevivência destas espécies em regiões de menor unidade, diferindo do nosso estudo, esteja relacionada às características morfo-antômicas das frondes que apresentam consistência coriácea e frondes modificadas em espigas (frondes férteis).

A produção contínua das frondes nas espécies estudadas confirma o padrão encontrado para várias pteridófitas, independente de serem arbóreas (Ash, 1987; Mehlreter & Palácios-Rios, 2003). No entanto, a sazonalidade, marcada pela taxa de produção de frondes é muito

significante para *Alsophila salvinii* (Seiler, 1981) e *Acrostichum danaeifolium* (Mehltreter & Palácios-Rios, 2003) e pouco observada para as espécies *Cyathea pubescens* (Tanner, 1983) e *Cyathea hornei* (Ash, 1987).

De maneira geral, o número médio de frondes não apresentou mudanças expressivas ao longo do ano estudado, porém correlação positiva entre pluviosidade e produção existiu para algumas categorias como báculo pecíolo expandido e frondes férteis. A sazonalidade, mais especificamente, foi observada nas categorias báculos e frondes senescentes. Com exceção de *C. corcovadensis*, as espécies apresentaram marcante aumento da senescência ao final do ano de 2005, na estação seca. O aumento do número de folhas no período de chuva foi observado em *Cyathea pubescens* (Tanner, 1983) e *Lygodium venustum* (Mehltreter, 2006). Em *Thelypteris angustifolia*, a estação chuvosa proporcionou o aumento significativo do tamanho das frondes (Sharper, 1997). O autor destaca que o fotoperíodo longo da estação quente pode atrasar o desenvolvimento, mas o fator mais importante para a longevidade das frondes é a chuva.

Este trabalho foi desenvolvido na região nordeste do Brasil, a 750m de altitude, local sujeito à baixa variação de temperatura ao longo do ano, não sendo este o parâmetro determinante para produção de frondes. Desta forma, *Cyathea corcovadensis* não apresentou correlação entre produtividade de frondes e aumento de temperatura. A baixa produção de frondes de *Alsophila setosa* foi induzida pela herbivoria, diferente dos dados de Schmitt & Windisch (2006), que obtiveram relação com a baixa temperatura no sul do Brasil.

Chiou *et al.* (2001) discutem o padrão de produção de frondes de *Cibotium taiwanense* considerando a influência da chuva e da temperatura e relaciona a senescência com o verão. Por outro lado, a produção de frondes, nos meses de verão, independente da precipitação, foi observada em *Dryopteris filix-mas* e *D. dilatata* (Willmot, 1989).

Estudo de longevidade realizado com *Thelypteris angustifolia*, *Cyathea furfuracea*, *C. pubescens* e *C. woodwardioides* indicaram que a média de longevidade variou de 10, 12, 17 e 4 meses, respectivamente (Tanner, 1983; Sharpe, 1997). Segundo Chiou *et al.* (2001), o tempo de vida da fronde fértil de *Cibotium taiwanense* é menor que o tempo de vida da fronde estéril. A longevidade das frondes de *Cyathea corcovadensis*, *C. microdonta*, *C. praecincta* e *Alsophila setosa*, calculada do surgimento do báculo seguindo pela expansão total das folhas e total senescência, foi de três meses até a abscisão. Esta contínua e rápida produção de fronde, associada à alta proporção de frondes férteis, conferem às espécies estudadas eficiente produção de esporos que favorecem a sua manutenção no local e na região.

Pteridófitas arborescentes possuem crescimento lento cuja produção de grandes

frondes demandam condições específicas de umidade e luminosidade. Esta aparente fragilidade somada ao alto interesse econômico e, conseqüente exploração tem resultado em processos agressivos de eliminação das espécies em remanescentes florestais. O conhecimento da fenologia neste grupo certamente favorecerá trabalhos de manejo seja em coletas de esporos para produção de mudas e introdução de novos indivíduos seja pelo controle da extração e/ou conservação da biodiversidade e seu micro-clima. Nossos estudos indicaram *C. praecincta* a espécie que apresenta melhores condições de sobrevivência na mata. A sua área de permanência encontra-se em melhor estado de conservação e com fatores micro-climáticos mais favoráveis a sua sobrevivência.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora. À MSc. Adaíses Maciel da Silva pela companhia e ajuda nas coletas de dados realizadas neste trabalho e, a Dra. Inara Leal e MSc. Veralúcia Barbosa, pela identificação da formiga *Atta sexdens*.

REFERÊNCIAS

- ASH, J. 1986. Demography and production of *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae), a tropical tree-fern from Fiji. Austral. J. Bot. 34: 207-215.
- ASH, J. 1987. Demography of *Cyathea hornei* (Cyatheaceae), a tropical tree-fern in Fiji. Austral. J. Bot. 35: 331-342.
- AYRES, M.; AYRES, M. JR.; AYRES, DI & SANTOS, A.S. 2003. *BioEstat 3.0: Aplicações estatísticas nas Ciências Biológicas e Médicas*. Soc. Civil de Mamirauá, Belém.
- CHIOU, W.L; LIN, J.C. & WANG, J.Y. 2001. Phenology of *Cibotium taiwanense* (Dicksoniaceae). Taiwan J For. Sci. 16 (4): 209-215.
- FERNANDES, I. 2003. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do nordeste do Brasil. Pesq. Bot. 53: 7-53.
- FRANZ, I. & SCHMITT, J.L. 2005. *Blechnum brasiliense* Desv. (Pteridophyta, Blechnaceae): estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica. Pesq. Bot. 56: 173-184.

- JOHNSON-GROH, C.L. & LEE, J.M. 2002. Phenology and demography of two species of *Botrychium* (Ophioglossaceae). *Am. J. Bot.* 89 (10): 1624-1633.
- LEHN, C.R.; SCHIMITT, J.L. & WINDISCH, P.G. 2002. Aspecto do desenvolvimento vegetativo de *Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching (Pteridophyta, Dryopteridaceae) em condições naturais. *Rev. Est.* 25: 21-28.
- LIN, K.C.; HWANW, C.B. & LIU, C.C. 1997. Phenology of broadleaf tree species in the Fushan Experimental Forest of northeastern Taiwan. *Taiwan J. For. Sci.* 12: 347-353.
- MEHLTRETER, K. 2006. Leaf phenology of the climbing fern *Lygodium venustum* in a Semideciduos Lowland Forest on the Gulf of Mexico. *Amer. Fern J.* 96 (1): 21-30.
- MEHLTRETER, K. & PALÁCIOS-RIOS, M. 2003. Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico. *J. Trop. Ecol.* 19: 155-162.
- MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R. & JOLY, C.A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Rev. Brasil. Biol.* 50:149-162.
- PAGE, C.N. 1979. Experimental aspects of fern ecology. In: Dyer, A.F. (Ed) *The experimental biology of ferns*, pp. 552-589. Academic Press, London.
- PEDRONI, F.; SANCHEZ, M. & SANTOS, F.A.M. 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 25 (2): 183-194.
- SCHMITT, J.L. & WINDSCH, P.G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19 (4): 859-865.
- SCHMITT, J.L. & WINDSCH, P.G. 2006. Phenological aspects of frond production in *Alsophila setosa* (Cyatheaceae: Pteridophyta) in southern Brazil. *Fern Gaz.* 17: 263-270.
- SEILER, R.L. 1981. Leaf turnover rates and natural history of the Central American tree fern *Alsophila salvinii*. *Amer. Fern J.* 71 (3): 75-81.
- SHARPE, J.M. 1997. Leaf growth and demography of the rheophytic fern *Thelypteris aungustifolia* (Willdenow) Proctor in a Puerto Rican rainforest. *Plant Ecol.* 130: 203-212.
- SHARPE, J.M. & JERNSTEDT, J.A. 1990. Leaf growth and phenology of the dimorphic herbaceous layer fern *Danaea wendlandii* (Marattiaceae) in a Costa Rican rain forest. *Amer. J. Bot.* 77 (8): 1040-1049.

- SIQUEIRA FILHO, J.A. & LEME, E.M.C. 2000. Suplemento: Neoregelia Subgênero Longipetalopsis, pp. 229-237. In: PEREIRA, M.V. & JAKOBSSON, A. (Eds.) *Nidularium – Bromélias da Mata Atlântica*. Sextante Artes, Rio de Janeiro.
- TANNER, E.V.J. 1983. Leaf demography and growth of the tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn in Jamaica. Bot. J. Linn. Soc. 87: 213-227.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. Ferns and allied plants with special reference to Tropical America. Springer-Verlag, New York.
- WILLMOT, A. 1989. The phenology of leaf life spans in woodland populations of the ferns *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott and *D. dilatata* (Hoffm.) A. Gray in Derbyshire. Bot. J. Linn. Soc. 99: 387-395.

Capítulo 2

Artigo a ser enviado para a Acta Botânica Brasílica

Banco de esporos de pteridófitas da RPPN Frei Caneca, Pernambuco, BrasilFlávia Carolina Lins da Silva¹ e Eliana Akie Simabukuro^{2,3}

RESUMO – (Banco de esporos de pteridófitas da RPPN Frei Caneca, Pernambuco, Brasil). O objetivo deste trabalho foi avaliar a formação do banco de esporos de pteridófitas e o estabelecimento de gametófitos e esporófitos jovens no solo de dois remanescentes vegetacionais de Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco. Foram avaliados solos superficiais das matas da Serra do Quengo e da Bernardina, que compõem a Serra do Urubu e diferenciam-se por suas condições micro-climáticas. Em cada mata, foram realizadas coletas ao final da estação seca (dezembro de 2004) e chuvosa (junho de 2005). Os solos foram distribuídos em placas de Petri e mantidos em câmara de germinação a 25° C e fotoperíodo de 12h, durante seis meses. Avaliações mensais foram realizadas para quantificar e classificar os gametófitos quanto à presença de tricomas. Gametófitos adultos e esporófitos jovens foram agrupados em morfotipos segundo formato e estruturas epidérmicas. Os gametófitos foram observados a partir do primeiro e segundo mês de cultivo, nos solos da Mata da Serra do Quengo e da Bernardina, respectivamente. Houve a produção de estruturas reprodutivas (anterídio e arquegônio) a partir do terceiro mês. Nos dois locais, 80% dos gametófitos formados não apresentaram tricomas. Solos da estação chuvosa apresentaram maior número de gametófitos formados. A formação de esporófitos foi observada ao final de cinco meses de cultivo. A alta umidade e o sombreamento proporcionaram ao solo da Mata da Serra do Quengo um banco de esporos de pteridófitas composto por espécies de rápido desenvolvimento.

Palavras-chave: pteridófitas, banco de esporos, RPPN Frei Caneca

ABSTRACT – (Spores of Bank of ferns of the RPPN Frei Caneca, Pernambuco, Brazil). The objective of this work was to evaluate the formation of the bank of spores of pteridophyte and the young establishment of gametophytes and sporophytes in the ground of two remainders of Atlantic Forest to the north of the river San Francisco. Superficial ground of the bushes of the Mountain range of the Quengo and the Bernardina had been evaluated, that compose the Mountain range of the Urubu and are differentiated for its micron-climatic conditions. In each bush, collections to the end of the dry station had been carried through dry (December of 2004) and rainy (June of 2005) season. The ground had been distributed in Petri dishes and kept in germination chamber 25° C and 12h fotoperiod, during six months. Monthly evaluations had been carried through to quantify and to classify the gametophytes by the presence of trichomes. Adult gametophytes and young sporophytes had been grouped in morfotypes according to format and epidemical structures. The gametophytes had been observed from first and second month of culture, in ground of Mata do Quengo and Mata da Bernardina, respectively. The production of reproductive structures (antheridia and arquegonium) occurred on the third month of culture. In the two places, 80% of the formed gametophytes had not presented trichomes. Ground of the rainy season had presented greater number of gametophytes. The formation of sporophytes was observed to the end of fifth month of culture. On the ground of Mata do Quengo, as result of the high humidity and the shady, the fern spore bank was composed by fast development fern species.

Key words: ferns, spores of bank, RPPN Frei Caneca

¹. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal / UFPE. Cidade Universitária. Recife (PE). Cep 50670-901.

². Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba.

³. Autor para correspondência: esimabuk@power.ufscar.br, esimabuk@hotmail.com

Introdução

Na natureza, o recrutamento de indivíduos vegetais depende do sucesso adaptativo da espécie, e em parte do banco de esporos e/ou sementes dormentes no solo. Portanto, o estudo do banco dos propágulos é importante, pois, nele está contida toda a reserva genética de populações vegetais, utilizada para a regeneração de áreas degradadas. O banco de esporos consiste de uma mistura de espécies transitórias e permanentes (Fenner 1995). Um dos fatores que contribuem para a formação de banco é a alta produção de esporos das pteridófitas, seguido do eficiente mecanismo de dispersão.

O banco de propágulos seja ele formado por sementes, esporos ou diásporos, é importante para dinâmica de uma comunidade de plantas. Os propágulos persistentes no solo podem restabelecer uma população caso haja alguma condição desfavorável no ambiente (Johnson-Groh *et al.* 2002). O estudo do banco de esporos no solo é essencial para a restauração de populações, pois traz informações das estratégias reprodutivas de espécies de pteridófitas (Dyer 1994). Entretanto, a restauração da vegetação degradada é muitas vezes retardada pelo baixo número de propágulos viáveis. A contribuição do banco de esporos e/ou propágulos para restauração de um fragmento vai depender do tamanho do banco, da composição/presença das espécies e das condições favoráveis para dar início à germinação (Ghorbani *et al.* 2006).

Em banco de esporos, as espécies encontradas podem ou não compor a flora local, uma vez que os esporos têm a capacidade de serem dispersos a longas distâncias. Banco de esporos de pteridófitas, geralmente apresenta-se na forma temporária, ou seja, com tempo determinado de sobrevivência. Esses esporos permanecem dormentes no solo até que as condições estejam favoráveis à germinação e ao crescimento da espécie (Quintana-Ascencio *et al.* 1996). A maioria dos esporos de pteridófitas é fotossensível sendo a luz um dos fatores primordiais para desencadear a germinação (Miller 1968).

A viabilidade é um fator de grande importância para o estudo do banco, seja de esporos ou de sementes. Avaliando o solo na Escócia, Dyer & Lindsay (1992) encontraram número de esporos viáveis no banco decrescendo de acordo com a profundidade. Segundo Lloyd & Klekowski (1970), esporos aclorofilados de pteridófitas, devido ao baixo metabolismo, apresentam alta capacidade de manter a viabilidade por longo tempo no solo o que favorece a manutenção do banco de esporos. Algumas espécies, no entanto, apresentam capacidade de germinar rapidamente e, conseqüentemente apresentam alta taxa de crescimento de gametófitos.

Sheffield (1996) observou a produção, dispersão de esporos e discutiu a importância dos distúrbios ambientais (vento e água) na formação de banco de *Pteridium* no solo. Dyer & Lindsay (1996) verificaram a formação de banco de esporos no solo da Escócia em sete espécies de pteridófitas: *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Cystopteris dickieana* R. Sim., *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray, *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newman, *Osmunda regalis* L., *Thelypteris palustris* Schott. e *Woodsia alpina* (Bolton) Gray. Os autores analisaram a possibilidade de conservar algumas espécies incluindo a restauração de populações através do banco de esporos. Em análise de solo em diferentes profundidades nas estações seca e chuvosa do cerrado e mata ciliar do Brasil, Simabukuro *et al.* (1998) quantificaram o banco de esporos de pteridófitas. Os autores verificaram que esporos de *Cyathea delgadii* Sternb. apresentaram alta frequência de germinação em ambas as estações, o mesmo não ocorrendo com *Polypodium latipes* Langsd. & Fisch. Esporos de *Blechnum brasiliense* Desv. foram encontrados nas amostras da estação seca. A viabilidade dos esporos aclorofilados armazenados no solo pode ou não ser superior ao armazenamento sob baixa temperatura e escuro como em *Cyathea delgadii* e *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott o que demonstra há complexidade dos processos metabólicos (Guimarães & Felipe, 1999; Silva, 2001). Silva Júnior (2002) estudou a formação de banco de esporos de uma mata de altitude. Os resultados indicaram haver uma manutenção do banco de esporos seja pela manutenção da viabilidade de esporos dispersos ou pela reposição dos esporos através da chuva polínica.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi quantificar o banco de esporos de pteridófitas no solo de dois remanescentes de Floresta Atlântica e comparar o desenvolvimento de gametófitos e esporófitos em solos mantidos em condições microclimáticas distintas.

.

Material e Métodos

As matas da Serra do Quengo e da Bernardina pertencem à Usina Frei Caneca. São fragmentos localizados na Serra do Urubu, que constitui um remanescente vegetacional de Floresta Atlântica, localizada entre os municípios de Jaqueira e Lagoa dos Gatos sob as coordenadas geográficas 08°42'37"S e 35°50'01"W (Figura 1). A precipitação média anual do município de Jaqueira corresponde a 1.283,46 mm e a altitude a 750m (Lopes 2003).

Em cada mata foram demarcados 10 pontos para coleta de solos da superfície (0-5cm de profundidade) utilizando-se um cilindro metálico de 5cm de diâmetro (Dyer 1994, Simabukuro *et al.* 1998). As coletas foram feitas nos meses de dezembro de 2004 e junho de 2005, estação seca e chuvosa, respectivamente. As amostras de solo superficial coletadas em cada ponto foram distribuídas em 5 placas de Petri de 6cm de diâmetro contendo na base uma fina camada de areia lavada com gelatina para manter a umidade na placa de Petri (Simabukuro *et al.* 1998). O experimento foi conduzido em câmara de crescimento a 25° C e fotoperíodo de 12h, durante seis meses, para observar a germinação do banco de esporos e a formação dos esporófitos.

Quinzenalmente os gametófitos formados foram contados com auxílio de estereomicroscópio e agrupados em morfotipos, e então foram caracterizados quanto à forma e à presença ou ausência de tricomas (Dyer, 1994). O critério para considerar a germinação do banco de esporos foi o aparecimento da primeira célula rizoidal. Durante o desenvolvimento inicial, os gametófitos foram agrupados em tricomados e não tricomados.

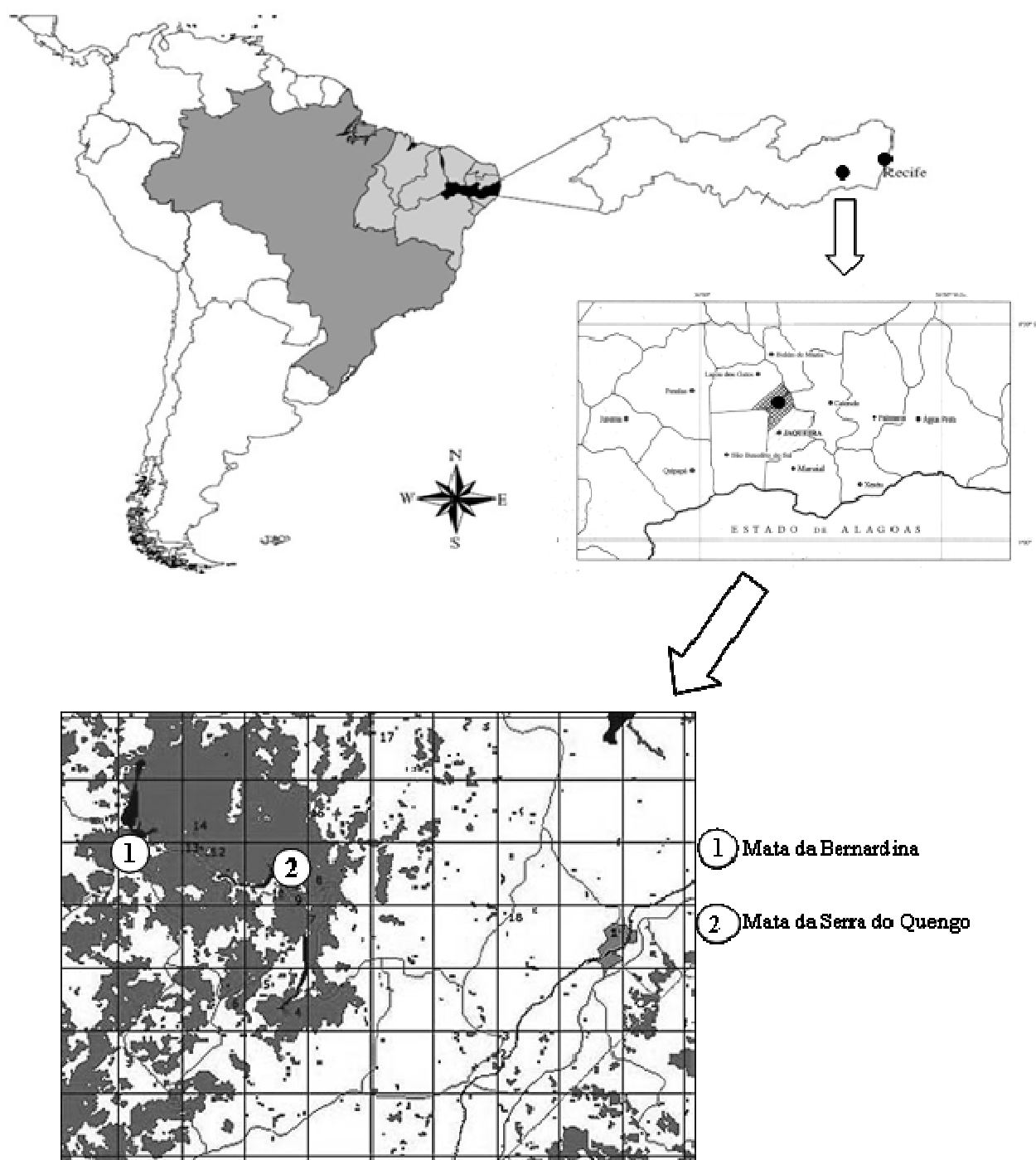


Figura 1: Localização da Serra do Urubu em relação ao estado de Pernambuco. Municípios de Jaqueira e Lagoa dos Gatos, ao Sul do estado de Pernambuco. (Lopes 2003)

Resultados e discussão

A rápida germinação de esporos e formação de gametófitos foi observada nas amostras a partir do primeiro e segundo mês de cultivo do solo da Mata da Serra do Quengo e da Bernardina, respectivamente. Não houve sincronismo na germinação, independentemente da estação seca ou chuvosa.

O número total de gametófitos encontrado na mata da Serra do Quengo (9 gametófitos.cm⁻²) foi maior do que o encontrado na mata da Bernardina. Embora o número total de gametófitos tenha sido igual nas duas estações, na mata da Bernardina foi encontrado um maior número de gametófitos no quinto mês de cultivo do solo da estação chuvosa e no quarto mês da estação seca (Figura 2). Ranal (2003) discutiu a sazonalidade com relação ao número de esporos viáveis no solo para vegetação de mata de galeria. A autora observou um aumento do número de esporos viáveis no solo ao final da estação seca e início das chuvas. No nosso trabalho, o número de esporos viáveis no solo não dependeu da sazonalidade, pois foram encontrados nas duas estações. Maior número gametófitos foi observado na estação chuvosa na mata da Serra do Quengo (Figura 3).

Declínio do número de gametófitos foi observado a partir do quinto mês de cultivo do solo da Mata da Bernardina e sexto mês na Mata da Serra do Quengo (Figura 2 e 3). O mesmo foi encontrado por Silva (2003) para as matas de Brejos de Altitude no município de Bonito (PE). O declínio no número de gametófitos se deve ao surgimento de esporófitos a partir do quinto mês nas duas matas.

Um total de 13 morfotipos de gametófitos foi encontrado nas amostras das duas matas durante as estações seca e chuvosa.

Segundo Lopes (2003), 145 espécies de pteridófitas estão presentes na Serra do Urubu. E, apesar disso o número de morfotipos não corresponde ao número das espécies encontradas no local, indicando que nem todas as espécies tiveram seus esporos dispersos e/ou mantidos viáveis nos locais estudados. Há indicações de que esporos de pteridófitas, assim como de briófitas, podem estar presentes no solo de qualquer habitat, ainda que as populações parentais estejam distantes (Ramírez-Trejo *et al.* 2004). Entretanto, a sobrevivência de esporos durante a dispersão a longas distâncias e o sucesso no estabelecimento de gametófitos pode promover uma composição paralela específica entre diferentes localidades (Longton & Schuster 1983). A presença de gametófitos em todos os materiais indica que parte do banco de esporos no solo está sendo mantida. A reposição dos esporos através da chuva polínica e/ou manutenção

parcial da viabilidade dos esporos dispersos anteriormente é responsável pela existência de germinação.

Nos dois locais, 80% dos morfotipos de gametófitos formados não apresentaram tricomas. Segundo Dyer (1994) a presença ou ausência de tricomas é um caráter importante para identificação de espécies. Neste estudo, nas estações chuvosa e seca, foi encontrado um maior número de gametófitos tricomados (Figuras 4 e 5). Grande número de gametófitos tricomados também foi encontrado em banco de esporos de mata ciliar e cerrado por Simabukuro *et al.* (1998).

A partir do terceiro mês foram observadas estruturas reprodutivas, ou seja, anterídio e arquegônio, nas amostras das duas matas e, ao final de cinco meses houve formação de esporófitos. Este rápido estabelecimento de nova geração esporofítica, sincronizado com a estação chuvosa, indica eficiente estratégia reprodutiva das espécies presentes no banco.

Os bancos de esporos do solo nos dois locais estudados, cuja presença foi independente das estações, demonstram a ocorrência de eficiente chuva polínica e, as condições microclimáticas favorecem a manutenção da viabilidade dos esporos assim como os processos de germinação e estabelecimento de novos indivíduos.

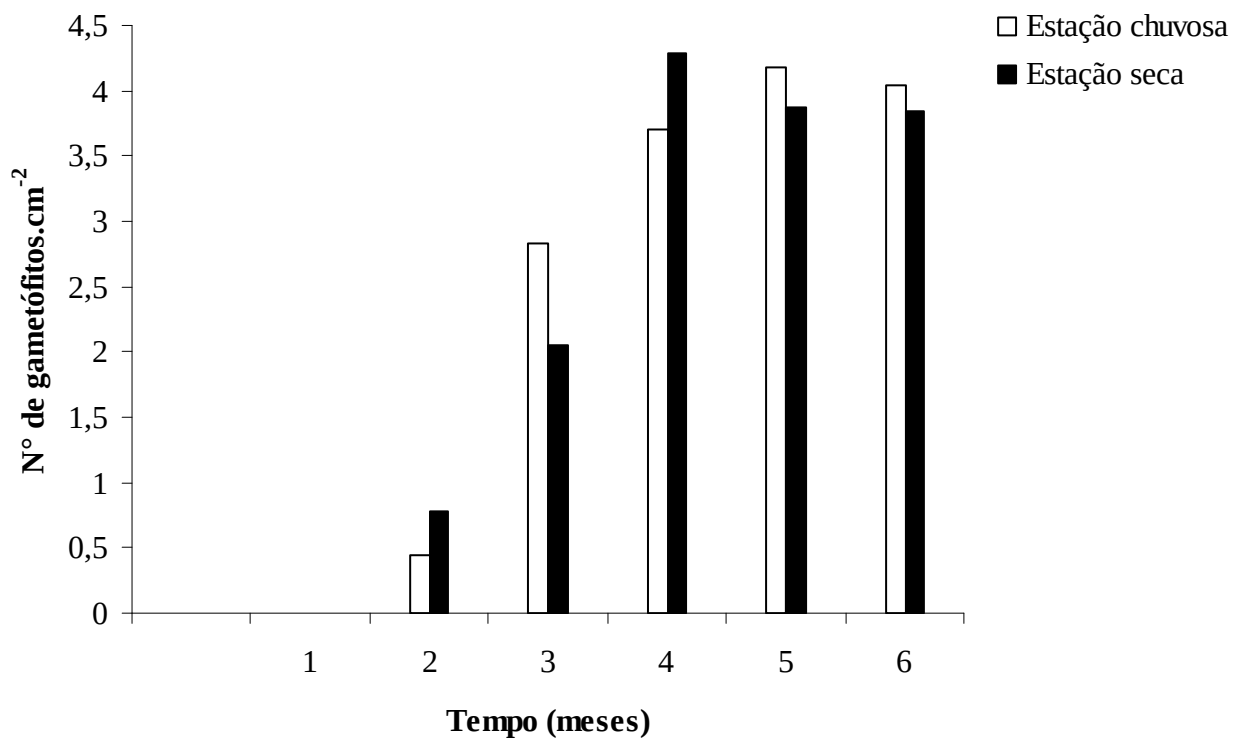


Figura 2: Número de gametófitos (gametófitos.cm⁻²) formados em solos coletados nas estações chuvosa e seca, Mata da Bernardina, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira - Pernambuco - Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C.

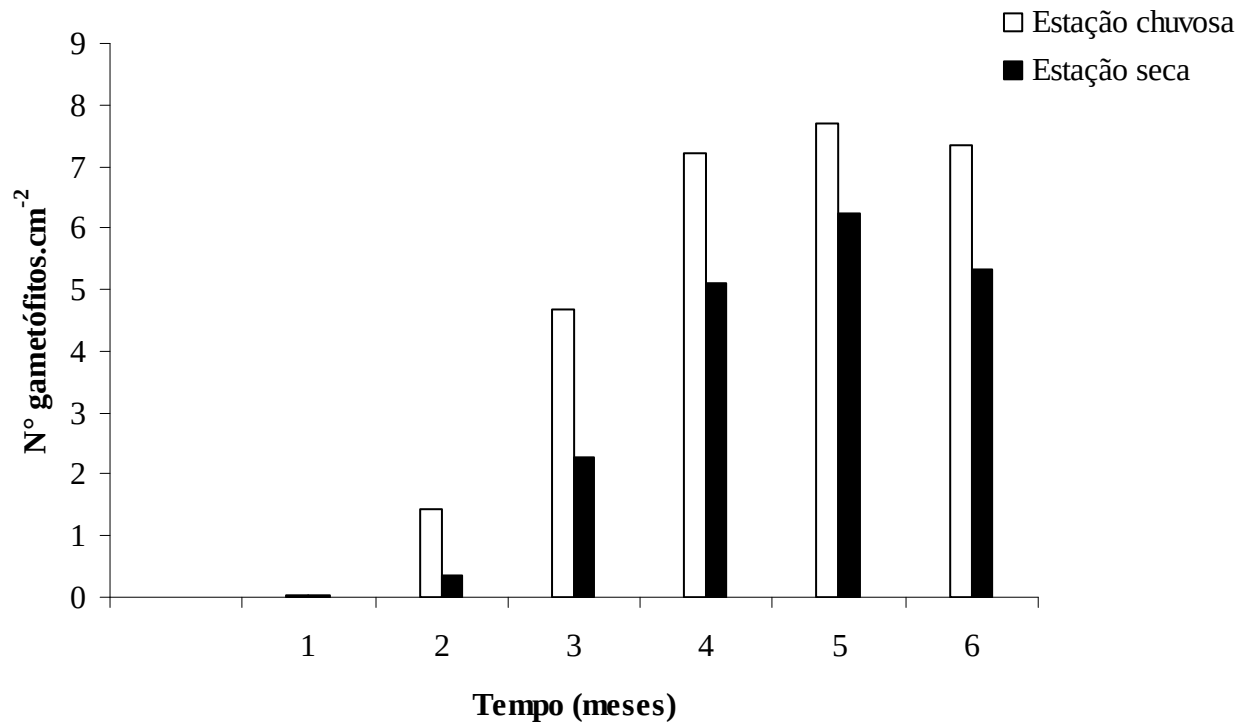


Figura 3: Número de gametófitos (gametófitos.cm⁻²) formados em solos coletados nas estações chuvosa e seca, Mata da Serra do Quengo, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira - Pernambuco - Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C.

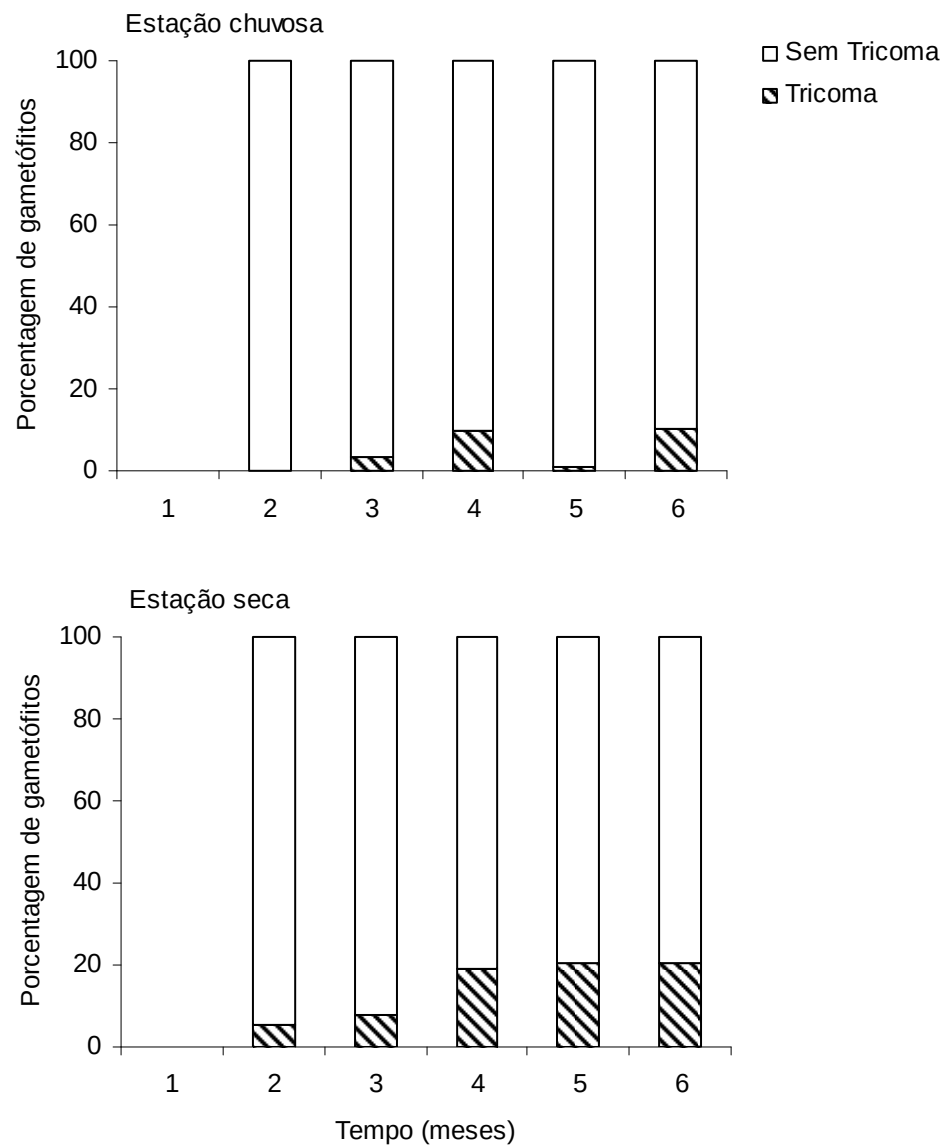


Figura 4: Porcentagem de gametófitos com e sem tricoma amostrados nas estações chuvosa e seca na Mata da Bernardina, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira - Pernambuco - Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C.

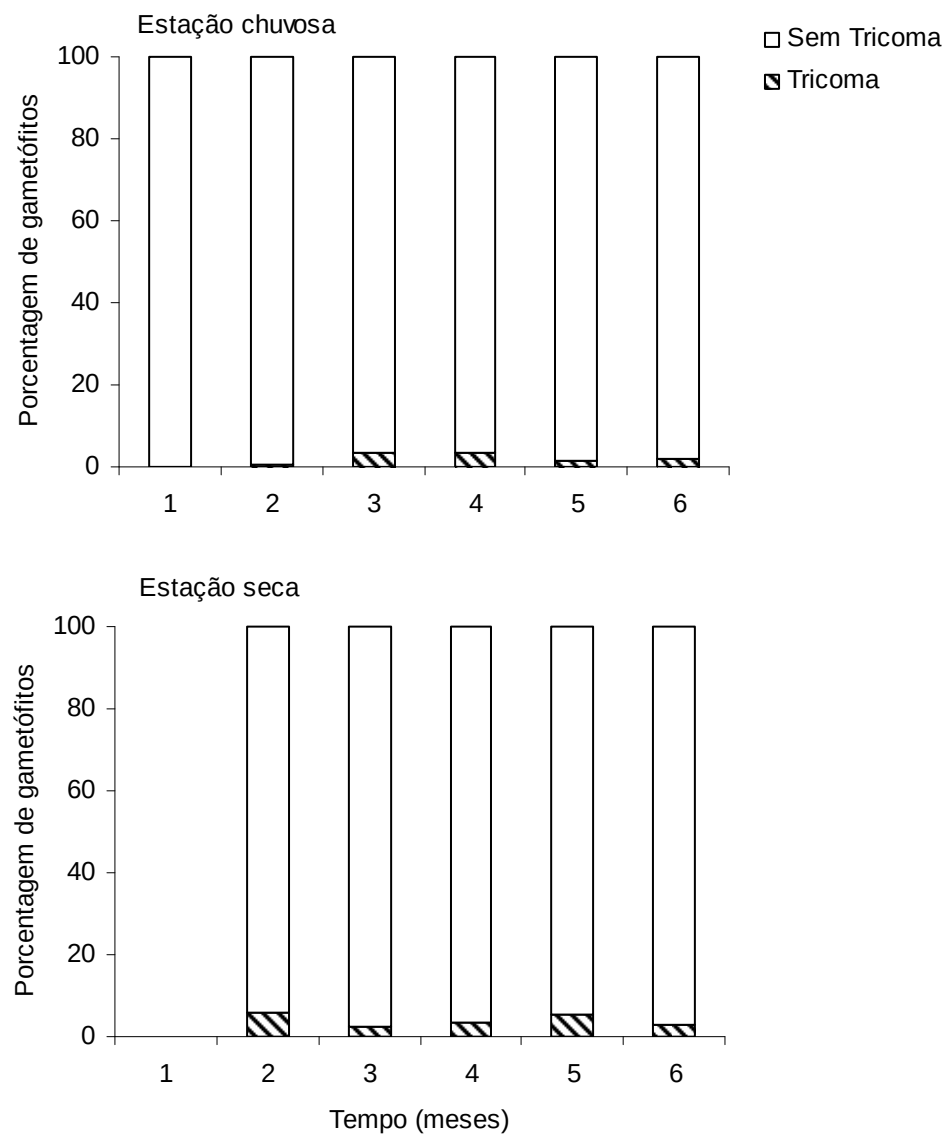


Figura 5: Porcentagem de gametófitos com e sem tricoma amostrados nas estações chuvosa e seca na Mata da Serra do Quengo, RPPN Frei Caneca, município de Jaqueira - Pernambuco - Brasil. Experimento mantido sob fotoperíodo de 12h e 25°C.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora.

Referência bibliográfica

- Dyer, A.F. 1994. Natural soil spore banks – can they be used to retrieve lost ferns? **Biodiversity and Conservation 3**: 160-175.
- Dyer, A.F. & Lindsay, S. 1992. Soil spore banks of temperate ferns. **American Fern Journal 82**: 89-112.
- Dyer, A.F. & Lindsay, S. 1996. Soil spore banks - a new resource for conservation. Pp. 153-160. In: **Pteridology in Perspective**. London, Royal Botanic Gardens Kew.
- Fenner, M. 1995. Ecology of seed banks. Pp. 507-528. In: **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker, Inc.
- Ghorbani, J.; Das, P.M.; Das, A.B.; Hughes, J.M.; McAllister, H.A.; Pallai, S.K.; Pakeman, R.J.; Marrs, R.H. & Le Duc, M.G. 2003. Effects of restoration treatments on the diaspore bank under dense *Pteridium* stands in the UK. **Applied Vegetation Science 6**: 189-198.
- Guimarães, T.B. & Felipe, G.M. 1999. The survival and establishment potencial of spores of *Cyathea delgadii* Sternb. In soils from Itirapina and Moji Guaçu (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Botânica 22**: 385-390.
- Johnson-Groh, C.L. & Lee, J.M. 2002. Phenology and demography of two species of *Botrychium* (Ophioglossaceae). **American Journal of Botany 89**: 1624-1633.
- Lloyd, R.M. & Klekowski, E.J. 1970. Spore germination and viability in pteridophyta: evolutionary significance of chlorophyllous spores. **Biotropica 2**: 129-137.
- Longton, R.E. & Schuster, R.M. 1983. Reproductive biology. Pp. 386-462. In: **New manual of bryology**. Michigan, The Hattori Botanical Laboratory.
- Lopes, M.S. 2003. Florística, aspectos ecológicos e distribuição altitudinal das pteridófitas em remanescentes de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Miller, J.H. 1968. Fern gametophytes: as experimental. **Botanical Review 34**: 361-440.
- Quintana-Ascencio, P.F.; González-Espinosa, M.; Ramírez-Marcial, N.; Dominguez-Vásquez, G. & Martínez-Icó, M. 1996. Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. **Biotropica 28**: 192-209.

- Ramírez-Trejo, M.R.; Pérez-García, B. & Orozco-Segovia, A. 2004. Analysis of fern spore banks from the soil of the vegetation types in the Central Region of México. **American Journal of Botany** **91**: 628-688.
- Ranal, M.A. 2003. Soil spore bank of fern in Gallery Forest of the Ecological Station of Panga, Uberlândia, MG, Brazil. **American Fern Journal** **93**: 97-115.
- Sheffield, E. 1996. From pteridophyte to sporophyte in the natural environment. Pp. 541-549. In: **Pteridology in Perspective**. London, Royal Botanic Gardens Kew.
- Silva, F.C.L. 2001. Ecofisiologia da germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos de *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott (Pteridophyta) do Refúgio Ecológico Charles Darwin, Igarassu (PE). Monografia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Silva, F.C.L. 2003. Controle populacional de *Blechnum brasiliense* desv. e *Blechnum occidentale* L. e formação do banco de esporos em dois fragmentos de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Silva Júnior, A.H.P. 2002. Germinação e formação de banco de esporos de *Cyathea pungens* (Willd.) Domin. Monografia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- Simabukuro, E.A., Esteves, L.M. & Felipe, G.M. 1998. Analysis of a fern bank in southeast Brazil. **Hoehnea** **25**: 45-57.

Capítulo 3

*Nota Científica publicada na Revista Brasileira de Biociências
Volume 5, suplemento 1, p. 213-215, ano 2007*

Anatomia Foliar de duas espécies simpátricas de *Cyathea* Smith. (Cyatheaceae)

Flávia Carolina Lins da Silva¹, Marccus Alves² e Eliana Akie Simabukuro³

Introdução

A família Cyatheaceae é composta pelos gêneros *Alsophila*, *Cnemidaria*, *Cyathea* e *Sphaeropteris* [1]. No nordeste brasileiro apenas *Alsophila* e *Cyathea* são encontrados [2]. As Cyatheaceae são, na maioria, pteridófitas arborescentes e possuem representantes em todas as regiões brasileiras. Os indivíduos desta família podem alcançar mais de cinco metros de altura e apresentam caules lenhosos formados por tecidos primários [2].

Estudos da anatomia comparada de órgãos vegetativos de Pteridófitas, incluindo algumas espécies da família Cyatheaceae foram realizados por Ogura [3]. Caracteres anatômicos têm sido utilizados pela taxonomia para identificação de espécies, entre eles a organização dos tecidos epidérmicos e do mesofilo, a tipologia estomática e os padrões de vascularização do pecíolo [3, 4].

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo anatômico comparativo das estruturas foliares de duas espécies simpátricas de Cyatheaceae ocorrentes em um mesmo fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco - *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin e *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin.

Material e métodos

O material botânico foi coletado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Frei Caneca (RPPN Frei Caneca), localizada entre os municípios de Jaqueira e Lagoa dos Gatos, Pernambuco. A área é um remanescente vegetacional de Floresta Atlântica, localizada a 08°42'37"S e 35°50'01"W., a 750m de altitude [5].

Os materiais coletados – fronde estéril (pecíolo e lâmina foliar) foram fixados em FAA 50% e posteriormente mantido em etanol 70% [6]. Cortes transversais à mão livre foram realizados, clarificados com hipoclorito de sódio (50%), lavados em água destilada e posteriormente corados com Safrablau [7]. Após a coloração os cortes foram montados em água glicerizada 50%. Para estudos de epiderme, o material foi dissociado em ácido nítrico 50% por um período de 2:30h [7]. Testes microquímicos foram realizados com Sudan III e Sudan IV para observação de compostos de natureza lipídica, cloreto férrico para substâncias fenólicas, lugol para grãos de amido e vermelho de rutênio para identificação de mucilagem [6]. Os estômatos foram classificados segundo Ogura [3] e Metcalfe & Chalk [8].

1. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, s/n, Recife, PE, CEP 50670-901. E-mail: flaviacsls@hotmmail.com. Apoio financeiro: CAPES.

2. Professor Adjunto do Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, s/n, Recife, PE, CEP 50670-901.

3. Professor Adjunto do Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, s/n, Recife, PE, CEP 50670-901.

Fotografias foram realizadas em câmera digital acoplada ao microscópio Olympus CX31RBSFA.

Resultados

Pecíolo

O pecíolo de *Cyathea corcovandensis* apresenta cutícula delgada e epiderme glabra, unisseriada com paredes periclinal e anticlinal espessas. Logo abaixo da epiderme, córtex apresentando uma faixa contínua com 4-5 camadas de esclerênquima fortemente lignificado; parênquima onde ocorrem três meristelos; endoderme com 1-2 camadas com áreas com maior espessamento da parede onde estão localizadas as estrias de Caspary; periciclo com 1-2 camadas e feixes vasculares com extremidades encurvadas (Fig. 1A). Por sua vez, *Cyathea microdonta* difere de *C. corcovandensis* por apresentar cutícula espessa, epiderme unisseriada com tricomas tectores pluricelulares e unisseriados, esclerênquima com 5-6 camadas e córtex parenquimático com 4 meristelos (Fig. 1B). Substâncias fenólicas foram observadas nas células do parênquima cortical.

Lâmina foliar

Em *C. corcovandensis* (Fig. 1C-D) e *C. microdonta*, as células epidérmicas apresentam paredes sinuosas em ambas as faces da epiderme. Os estômatos são do tipo anomocítico em *C. corcovandensis* (Fig. 1C) e anomocítico a diacítico em *C. microdonta*, porém em ambos os táxons, estão restritos à face abaxial da lâmina.

Cyathea corcovandensis apresenta cutícula delgada e epiderme unisseriada. O mesofilo é homogêneo, especialmente na face adaxial, com células de organização frouxa, não sendo possível diferenciar os distintos tipos de células parenquimáticas (Fig. 1E). Diferentemente do exposto acima, podemos encontrar em *C. microdonta* um mesofilo homogêneo com células de organização compacta. (Fig. 1F)

A região da vênula central em *C. corcovandensis* apresenta a cutícula delgada e epiderme unisseriada com parede periclinal externa espessa. Em seguida são observadas calotas de esclerênquima em ambas as faces, no córtex parenquimático com endoderme unisseriada diferenciada apresentando estrias de Caspary, periciclo bisseriado, sendo a camada mais externa com paredes lignificadas; e o feixe vascular do tipo anficrival (Fig. 1F e H). *C. microdonta*, ao contrário, apresenta epiderme com tricomas tectores pluricelulares em ambas as faces (Fig. 1F-G); e uma camada de colênquima imediatamente a abaixo da epiderme na face abaxial. (Fig. 1E-H).

Discussão

No pecíolo de *Cyathea corcovadensis* e *C. microdonta*, os compostos fenólicos foram observados por todo tecido sem que houvesse especificidade por epiderme ou meristelo, como descrito para espécies de Pteridaceae [4]. O meristelo no pecíolo do tipo “*Cyathea*”, onde são encontradas extremidades encurvadas, corrobora com o observado por Ogura [3] em outras espécies de Cyatheaceae. No meristelo de algumas Cyatheaceae podem ser observados feixes vasculares com extremidades encurvadas, como os aqui registrados para ambos os táxons, o que caracteriza anatomicamente o gênero *Cyathea* [3].

Caracteres da epiderme foliar têm sido utilizados como importante ferramenta para diferenciar espécies [4, 8, 9]. Em *C. corcovadensis* e *C. microdonta* foram observadas células epidérmicas com parede anticlinal sinuosa e estômatos do tipo anomocítico, sendo este o tipo mais freqüentemente encontrado para Pteridófitas [3, 9], entre eles *Adiantum* e *Hemionitis* [4]. Assim como detectado em representantes de Pteridaceae [4], em *C. microdonta* foi encontrada uma associação entre estômatos do tipo anomocítico e do tipo diacítico. Sem & De [9] também citam estômatos do tipo polocítico também para algumas espécies de Cyatheaceae, porém não registrados no material em estudo. Ogura [3] cita estômatos do tipo anomocítico para espécies da família Cyatheaceae.

Tricomas também são utilizados como características diagnósticas em Pteridófitas [8]. Em *C. microdonta* foram observados tricomas tectores principalmente na região da vênula central em ambas as faces, o mesmo não tendo sido observado para *Cyathea corcovadensis*. Tricomas secretores foram encontrados por toda lâmina foliar em *Hemionitis tomentosa* e *Pityrogramma calomelanos* var. *calomelanos* por Graçano [4].

A presença do mesofilo homogêneo nas duas espécies deste estudo foi relatada anteriormente em frondes de *Adiantum serratodentatum* [4]. No entanto, a diferenciação entre *Cyathea corcovadensis* e *C. microdonta* está associada à presença de espaços intercelulares. É possível que esta diferença na organização do tecido parenquimático seja uma consequência dos distintos graus de luminosidade aos quais estes táxons estão submetidos no ambiente natural. Vale salientar que apesar de ambas as espécies serem simpátricas, as populações observadas de *C. microdonta* estão situadas em trechos da RPPN Frei Caneca com maior exposição ao sol do que *C. corcovadensis*.

O estudo dos caracteres anatômicos de *C. corcovadensis* e *C. microdonta* permitiu distinguir as duas espécies o que torna a anatomia uma importante ferramenta para taxonomia

de Cyatheaceae. A existência de caracteres diagnósticos auxiliares é especialmente importante quando da necessidade de identificação de amostras vegetais.

Agradecimentos

A CAPES pelo apoio financeiro e ao Laboratório de Meiofauna pelo auxílio nas fotografias apresentadas neste trabalho.

Referências

- [1] LELLINGER, D.B. 1987. The disposition of *Trichopteris* (Cyatheaceae). *American Fern Journal* 77: 90-94.
- [2] FERNANDES, I. 2003. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do Nordeste Oriental do Brasil. *Pesquisas Botânicas* 53: 7-53.
- [3] OGURA, Y. 1972. *Comparative Anatomy of Vegetative organs of the Pteridophytes*. Berlin, Gebrüder Bornträger. 502p.
- [4] GRAÇANO, D. ; AZEVEDO, A.A. & PRADO, J. 2001. Anatomia foliar das espécies de Pteridaceae do Parque Estadual do Rio Doce (PERD) – MG. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 333-347.
- [5] LOPES, M.S. 2003. *Florística, aspectos ecológicos e distribuição altitudinal das pteridófitas em remanescente de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFPE, Recife. 96p.
- [6] JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York. McGraw Hill. 523p.
- [7] KRAUS, J.E. & ARDUIN, M. 1997. *Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal*. Rio de Janeiro, Universidade Rural (EDUR). 194p.
- [8] METCALFE, C.R. & CHALK, R. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford, Claredon Press. 276p.
- [9] SEN, U. & DE, B. 1992. Structure and ontogeny of stomata in ferns. *Blumea* 37: 239-261.

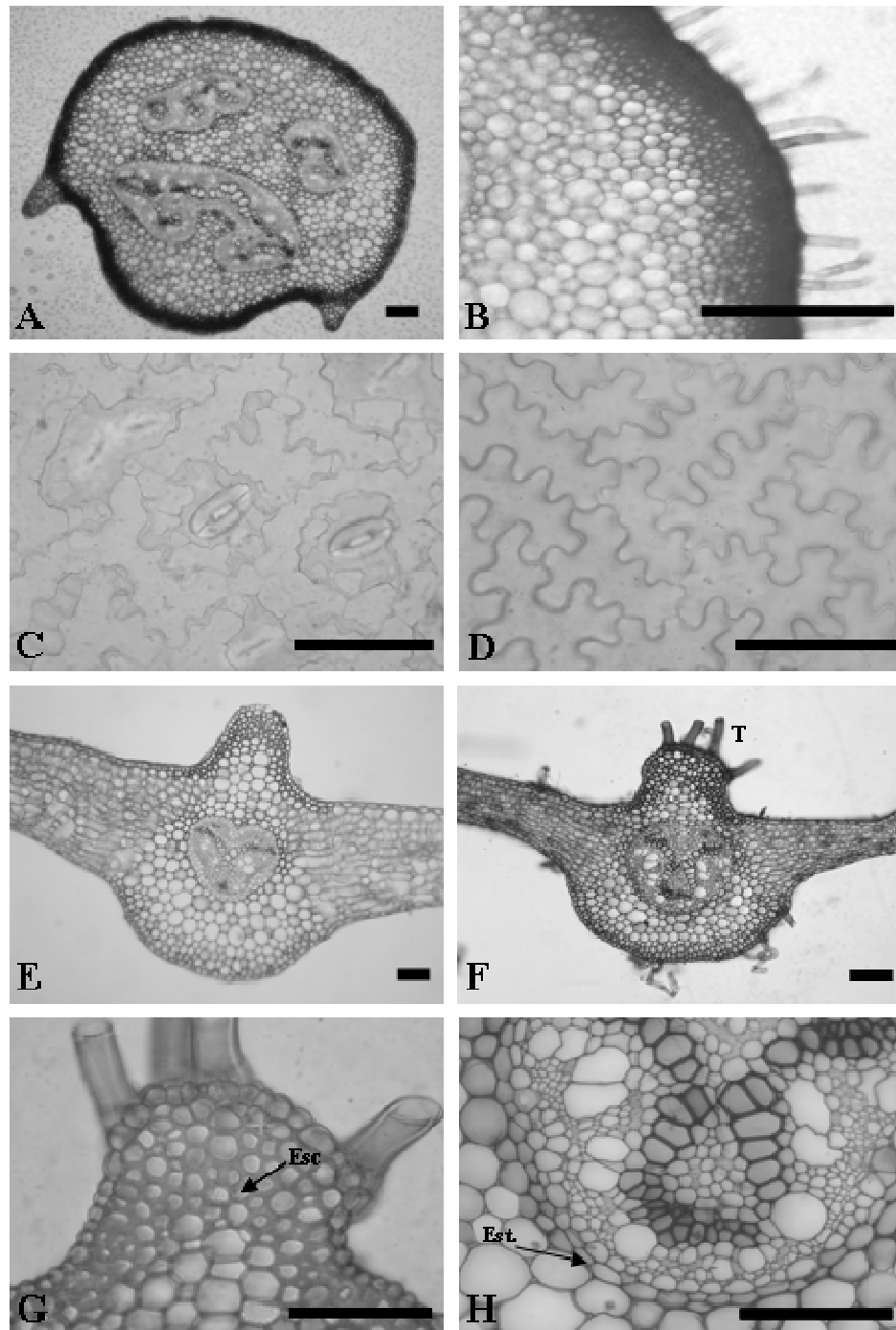


Figura 1. Estrutura do pecíolo, epiderme e lâmina foliar de duas espécies de *Cyathea* Smith. A. Corte transversal de pecíolo de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin. B. Detalhe do pecíolo de *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin, em corte transversal, evidenciando faixa de esclerênquima. C e D. Vista frontal da epiderme de *C. corcovadensis* (faces abaxial e adaxial, respectivamente), mostrando paredes sinuosas e estômatos do tipo anomocítico. E-G. Cortes transversais da lâmina foliar. E - *C. corcovadensis*, vênula central e mesófilo com células de organização frouxa. F - *C. microdonta*, vênula central e tricomas. G - Detalhe da vênula central de *C. microdonta* evidenciando região esclerenquimática. H. Detalhe do feixe anficrival em *C. microdonta*. Legendas: T, tricomas; Esc., esclerênquima; Est., estrias de Caspary. Fig. 1A, 1E, 1F = 20µm; Fig. 1B, 1C, 1D, 1G, 1H = 10µm.

Capítulo 4

Artigo a ser enviado para a Revista de Biologia Tropical

**Efeito da luz na germinação de esporos de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin.
(Cyatheaceae – Monilophyta)**

Flávia Carolina Lins da Silva¹ & Eliana Akie Simabukuro²

¹. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal / UFPE. Cidade Universitária. Recife (PE). Cep 50670-901; flaviacsilva@hotmail.com

². Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba; esimabuk@hotmail.com

Abstract: The light is important factor to unchain the germination of spores of ferns. The quality and the intensity light regulate the germination of spores and the development of gametophytes making with that this reaches or not it reproductive phase. *Cyathea corcovadensis* Raddi (Domin.) is a arborescence fern found in humid places, in bushes hygrophilous, humid bushes of gallery. The objective of this study was to characterize the germination of spores and the development of gametophytes of *Cyathea corcovadensis* under different qualities and intensities of light. The spores had been disinfested with calcium hypochlorite and distributed in Mohr's nutritional solution. The experiments had been kept in growth chamber at 25°C, under continuous Red, far-red, blue and white light had been tested Screens of shade had been used to get 30, 50, 70 and 100% of the incident light. *C. corcovadensis* is fotoblastic positive. The effect of the quality of light in the germination had been observed from 4° day resulting in a inferior value only under far-red light. The gametophytes submitted to the white and red light had had a fast development of its protaliais cells. Therefore, these treatments had been considered better by promoting fast germination and development of gametophytes. In relation to the light intensity, highest sensitivity occurred in the beginning of the gametophytes growth, which resulte in spatuled form with beginning of development of the wings only under 70 and 100% of incident light.

Key words: ferns, spores, light, germination, development

O estudo de viabilidade e conservação dos esporos de pteridófitas, assim com das sementes, vêm sendo conduzidos há décadas. Os esporos, no entanto, são considerados por muitos autores, excelente material biológico de estudo por apresentar processos semelhantes às espermatófitas. Possuem a vantagem de o seu pequeno tamanho proporcionar facilidades de estocagem. Além disto, apresentam fácil manuseio e sua germinação ocorre em meios simples ou até mesmo em água. As pteridófitas produzem esporos clorofilados ou aclorofilados. Estes diferem pela presença de clorofila, teor de umidade, taxa metabólica e no caso dos aclorofilados, mantêm a viabilidade por longo período de tempo (Rashid 1976, Dyer 1979). O processo de germinação dos esporos da maioria das pteridófitas tem início com a protusão da célula rizoidal e posterior aparecimento da célula protonemal (Dyer 1979)

Assim como nas espermatófitas, a presença, a intensidade, o tipo e o tempo de exposição à luz interferem na germinação dos esporos de pteridófitas e no desenvolvimento de gametófitos (Raghavan 1989, Banks 1999).

Algumas espécies de pteridófitas, principalmente aquelas pertencentes às famílias Hymenophyllaceae e Vittariaceae (Nayar & Kaur 1971), apresentam um período de dormência, que pode ser superada pelo tratamento de luz (Dyer 1979). Em *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., *Osmunda cinnamomea* (L.) e *O. claytoniana* (L.), pré-tratamentos ou embebição no escuro seguido de luz também foram efetivos para quebrar a dormência dos esporos (Nayar & Kaur 1971, Sugai *et al.* 1977).

A maioria dos esporos de pteridófitas são fotoblásticos positivos porque somente germinam na presença de luz (Sugai *et al.* 1977, Towil 1978, Chen & Ikuma 1979, Randi & Felipe 1988, Pérez-García *et al.* 1994, Wada & Sugai 1994, Pangua *et al.* 1999). No Brasil, Esteves & Felipe (1985), Simabukuro *et al.* (1993) e Randi (1996) estudaram a fotossensibilidade de pteridófitas do cerrado, da mata ciliar e de mangue e constataram que todas as espécies necessitavam de luz para germinar. A germinação máxima dos esporos da espécie de mangue, *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch. ocorreu aos nove dias de cultivo sob 25°C e luz constante (Randi 1996), germinação mais lenta que as demais espécies (Esteves & Felipe 1985, Simabukuro *et al.* 1993).

Espécies que apresentam germinação no escuro, em geral, desenvolvem gametófitos subterrâneos e micorrízicos, como *Lycopodium lucidulum* Michx. e *Diplasiastrum x habereri* (House) Holub (Whittier & Webster 1986; Whittier & Britton 1995).

O efeito da luz azul na germinação de esporos de pteridófitas pode ser: inibição, como em *Lygodium japonicum* (Thunb. ex Murr.) Sw. (Tomizawa *et al.* 1983); baixa germinação,

como *Pteris vittata* L. (Sugai 1971) ou promoção, sob tratamento contínuo ou pulsos de luz azul, como em *Cyathea delgadii* Sternb. (Randi & Felipe 1988).

A ação do fitocromo e o efeito da luz vermelha e vermelho extremo na germinação foi observada em *Lycopodium heterodoxum* Kunze, *Pteris vittata* L., *Lygodium japonicum* (Thunb. ex Murr.) Sw., *Adiantum capillus-veneris* L., *Matteuccia struthiopteris* (L.) (Sugai & Furuya 1967, Jarvis & Wilkins 1973, Pérez-García *et al.* 1994, Wada & Sugai 1994), entre outros. Por outro lado, o efeito da luz vermelha e vermelho-extremo somente associado a altas temperaturas ou temperaturas alternadas entre 20 e 30°C foi encontrado em *Tectaria heracleifolia* (Willd.), *T. incisa* Cav., *T. mexicana* (Fee) C. Morton e *T. transiens* C.V. Morton (Pérez-García *et al.* 2007).

Em várias espécies, como *Schizaea pusilla* Pursch., *Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook, *Cheilanthes feei* T. Moore e *Asplenium adiantum-nigrum* var. *adiantum-nigrum* (L.), *A. adiantum-nigrum* var. *silesiacum* (L.), *A. septentrionale* subsp. *septentrionale* (L.) Hoffman e *A. ruta-muraria* subsp. *ruta-muraria* L., a presença de luz branca, quando comparada com luz vermelha e vermelho extremo, resulta em maior porcentagem de germinação e gametófitos com maior e mais rápido desenvolvimento (Kiss & Kiss 1998, Filippini *et al.* 1999, Nondorf *et al.* 2003, Aragon & Pangua 2004, Gomes *et al.* 2006). Na ausência de luz ou na presença de luz vermelho-extremo, alguns gametófitos tendem a continuar na fase filamentosa, não atingindo assim a fase adulta (Rashid 1976, Dyer 1979, Dyer 1983, Raghavan 1989, Whittier & Pintaud 1999).

A intensidade luminosa de $100\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ garante alta taxa de germinação para os esporos de pteridófitas arborescentes de *Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook, *Rumhora adiantiformis* (Forst.), *Cheilanthes feei* T. Moore (Filippini *et al.* 1999, Brum & Randi 2002, Nondorf *et al.* 2003). Em *Cyathea pungens* (Willd.) Domin, por outro lado, ao reduzir a intensidade luminosa a 30% de luz incidente observou-se decréscimo para 40% de germinação (Silva Júnior 2002).

A distribuição de pteridófitas arbóreas no Nordeste está restrita a fragmentos com alta umidade e temperaturas mais amenas. A ação antrópica vem, a cada dia, modificando a Floresta Atlântica e essas modificações implicam em mudanças de micro-habitats únicos nos quais estão inseridos as pteridófitas. Fatores como água e luz poderiam ser limitantes durante a germinação e o desenvolvimento de gametófitos. Partindo desse pré-suposto, nosso trabalho analisou o efeito da luz na germinação de esporos e o desenvolvimento de gametófitos de *Cyathea corcovadensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécie estudada: *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin. pertence à família Cyatheaceae, que é constituída por 600-650 espécies arbustivo-arbóreas (Lellinger 1987). Apresenta pinas com pínulas apicais conformes ou subconformes; pínulas de margem inteira lobada, pínulas longo-lanceoladas (Fernandes 2003). O autor relatou a ocorrência da espécie nos estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Complementando o dado para o Nordeste, Lopes (2003) apresentou registros em Pernambuco.

O material botânico foi coletado na mata da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Frei Caneca, remanescente vegetacional de Floresta Atlântica de 630,42 ha, que está localizada a 08°42'37"S e 35°50'01"W e cerca 750 m de altitude. Segundo Siqueira Filho e Leme (2000), a precipitação média anual da região correspondente a 1.283,46mm.

A exsicata da espécie estudada encontra-se depositada no herbário UFP (45026).

Obtenção de esporos: Para o experimento de germinação e desenvolvimento de gametófitos, frondes férteis foram coletadas e transferidas em sacos plásticos para o laboratório, onde permaneceram por um período de cinco dias, em temperatura ambiente, até a liberação dos esporos. O material liberado foi filtrado em peneira de 50µm de abertura e os esporos obtidos foram armazenados em frascos de vidro a 5°C, no escuro (Silva 2003).

Desinfestação dos esporos, esterilização do material e avaliação dos experimentos: Os esporos de *C. corcovadensis* foram desinfestados com hipoclorito de cálcio (0,5%) e distribuídos em três erlenmeyers de 125mL contendo 25mL de solução nutritiva de Mohr com fungicida nistatina. Foram utilizados materiais autoclavados por 40 minutos e todos os experimentos foram montados em câmara de fluxo laminar.

A avaliação da germinação foi realizada a cada dois dias através da montagem de duas lâminas de cada erlenmeyer e contagem de 100 esporos por lâminas. O critério para considerar o esporo germinado foi a protusão da célula rizoidal (Dyer 1979).

Para a normalização dos dados e análise estatística, valores expressos em porcentagem foram transformados em arcoseno. Para comparar os tratamentos foi realizado o teste de variância simples através do Software BioEstat versão 3.0 (Ayres *et al.* 2003).

Efeito do fotoblastismo na germinação de esporos: O experimento foi mantido em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e luz contínua. Os esporos foram distribuídos em erlenmeyers e mantidos sob luz ou escuro contínuo. O tratamento de escuro contínuo foi obtido com o uso de três sacos plásticos pretos.

Efeito da intensidade luminosa na germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos: Para intensidade luminosa foram utilizadas 100, 70, 50 e 30% de 1200 lux, o que corresponde a 14,4; 10,08; 7,20 e 4,32 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Para isto, telas de sombrite foram utilizadas com diferentes filtros para passagem de luz. Os esporos germinados foram acompanhados por 30 dias para estudo do desenvolvimento dos gametófitos.

O experimento foi mantido em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e luz contínua.

Efeito da qualidade de luz na germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos: Foram avaliados os efeitos da luz branca, vermelha, vermelho-extremo e azul onde os erlenmeyers foram mantidos em sacos de papel celofane. Estes simularam as cores: vermelha (luz vermelha), azul+vermelho (luz vermelho-extremo) e azul (luz azul) (Rogge & Randi 1998). Os esporos germinados foram acompanhados por 30 dias para o estudo de desenvolvimento de gametófitos.

O experimento foi mantido em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e luz contínua.

RESULTADOS

Fotoblastismo: os esporos de *C. corcovadensis* são aclorofilados e apresentaram corpúsculos lipídicos. São considerados fotoblásticos positivos, uma vez que não foi observada germinação no escuro mesmo após 30 dias de cultivo. A germinação sob luz branca contínua ocorreu a partir do 4º dia de cultivo e 100% de germinação foi observado no 12º dia (Fig. 1).

Efeito da intensidade luminosa na germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos: foi observada a germinação dos esporos submetidos a 30, 50, 70 e 100% de incidência luminosa (Fig. 2). Com exceção do tratamento 30%, o início da germinação ocorreu a partir do quarto dia de cultivo. Desde o início, a germinação sob 100% de incidência luminosa foi superior a todos os demais tratamentos, atingindo a totalidade da germinação no 16º dia de cultivo. Sob 50 e 70% de incidência luminosa, houve um leve atraso e, 100% de germinação foi atingida no 18º dia. Sob 30% de incidência luminosa, a porcentagem final de germinação foi significativamente inferior (80%).

Aos 30 dias de cultivo, sob 30 e 50% de incidência luminosa, foram observados gametófitos na fase filamentosa (Fig. 3). No primeiro caso, as células alongadas se destacam com poucos cloroplastos, que se concentram próximos à parede celular. Sob 70 e 100% de incidência luminosa, por outro lado, os gametófitos já se encontravam na forma espatulada com numerosos rizóides. Os cloroplastos apresentavam-se numerosos, dispersos por toda célula protalial, e de coloração verde intensa.

Efeito da qualidade de luz na germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos: Os tratamentos de luz branca, azul, vermelho e vermelho-extremo promoveram a germinação de *C. corcovadensis* (Fig. 4). Em todos os casos, os primeiros esporos germinados foram observados no 6º dia de cultivo. Embora os valores de germinação sob luz azul e luz branca tenham sido estatisticamente iguais desde o início do experimento, sob luz branca 100% de germinação foi observada no 12º dia de cultivo, uma antecipação de dois dias quando comparada com luz azul. Também igualdade estatística dos valores foi encontrada entre resultados sob luz vermelho e vermelho-extremo até o 12º dia de cultivo. A partir deste momento, por um lado, os esporos sob luz vermelho obtiveram o acréscimo de germinação (100% no 14º dia), por outro, os esporos sob luz vermelho extremo mantiveram a estabilidade do valor (80%).

A fase inicial (filamentosa) do desenvolvimento dos gametófitos e a fase de expansão estiveram presentes após 30 dias de cultivo, sob luz branca, azul, vermelho e vermelho-extremo (Fig. 5). Considerando que a germinação teve início no mesmo dia para todos os tratamentos, pequenas são as diferenças dos filamentos no 7º dia de cultivo (ver Figs. 5a, c, e, g). No 30º dia, no entanto, marcadas diferenças são observadas, como alongamento das células protaliais. A fase filamentosa prevaleceu nos gametófitos submetidos à luz vermelho-extremo. Também com redução de tamanho e número de células, os gametófitos formados sob luz azul diferem dos demais tratamentos por apresentar-se na fase inicial espatulada. Rápido desenvolvimento, com numerosas e volumosas células protaliais, foi observado nos gametófitos formados sob luz branca (Fig. 5b) e luz vermelho (Fig. 5d). Com relação ao conteúdo celular, os gametófitos cultivados sob luz azul destacam-se por apresentarem distribuição de cloroplastos na região central das células.

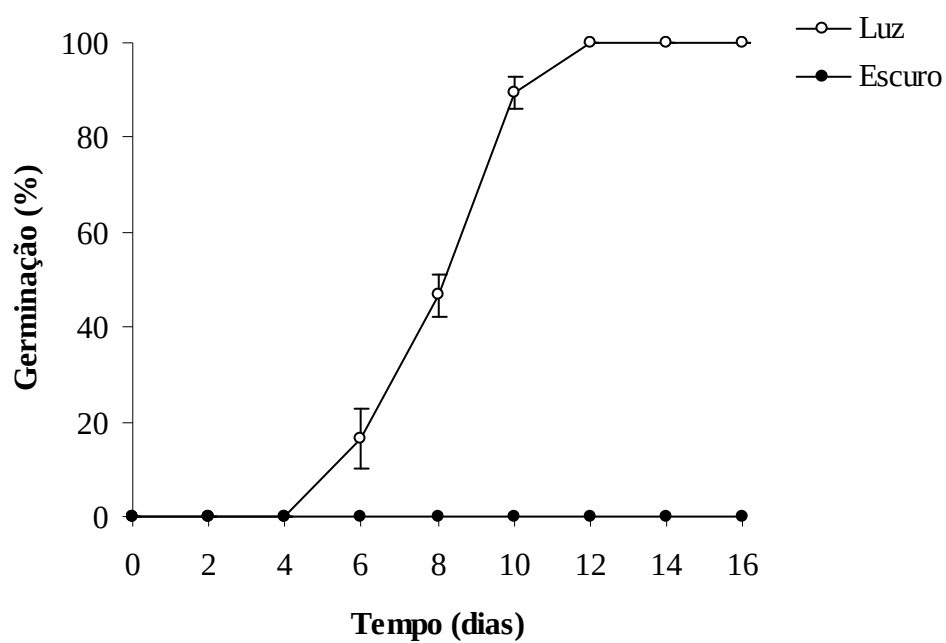


Fig. 1: Germinação de esporos de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin. sob condições de luz e escuro, mantidos a 25°C e luz contínua.

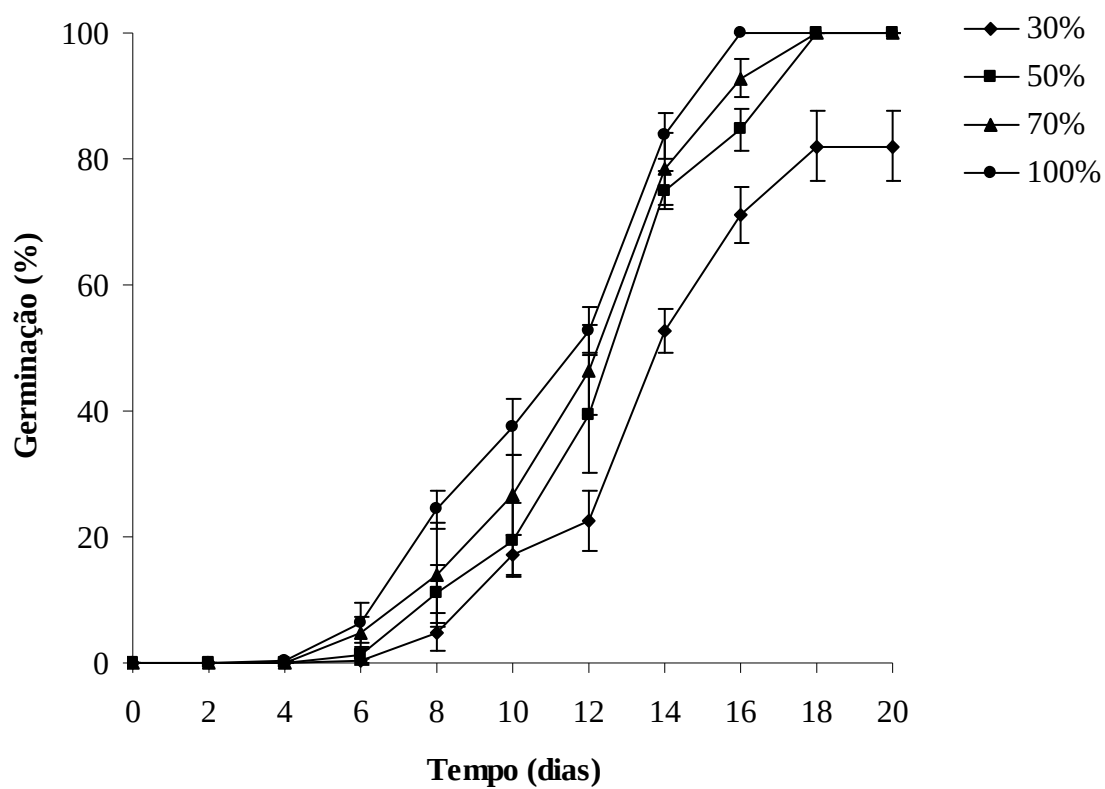


Fig. 2: Germinação de esporos de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin. sob diferentes intensidades luminosas, mantidos a 25°C e luz contínua.

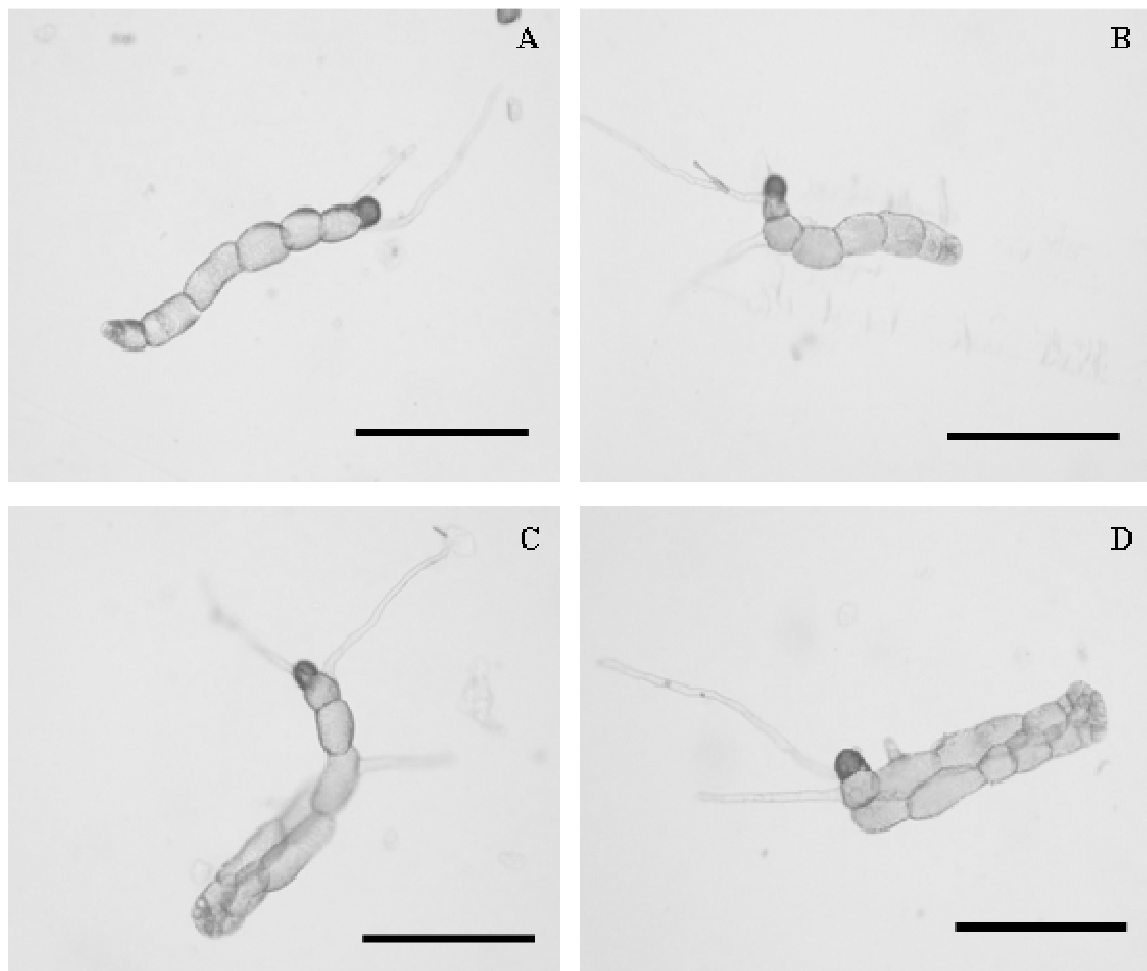


Fig. 3: Gametófitos de *Cyathea corcovandensis* (Raddi) Domin. com 30 dias de cultivo sob diferentes intensidades luminosas. 30% (a); 50% (b); 70% (c) e 100% de luz (d). Escala 100μm.

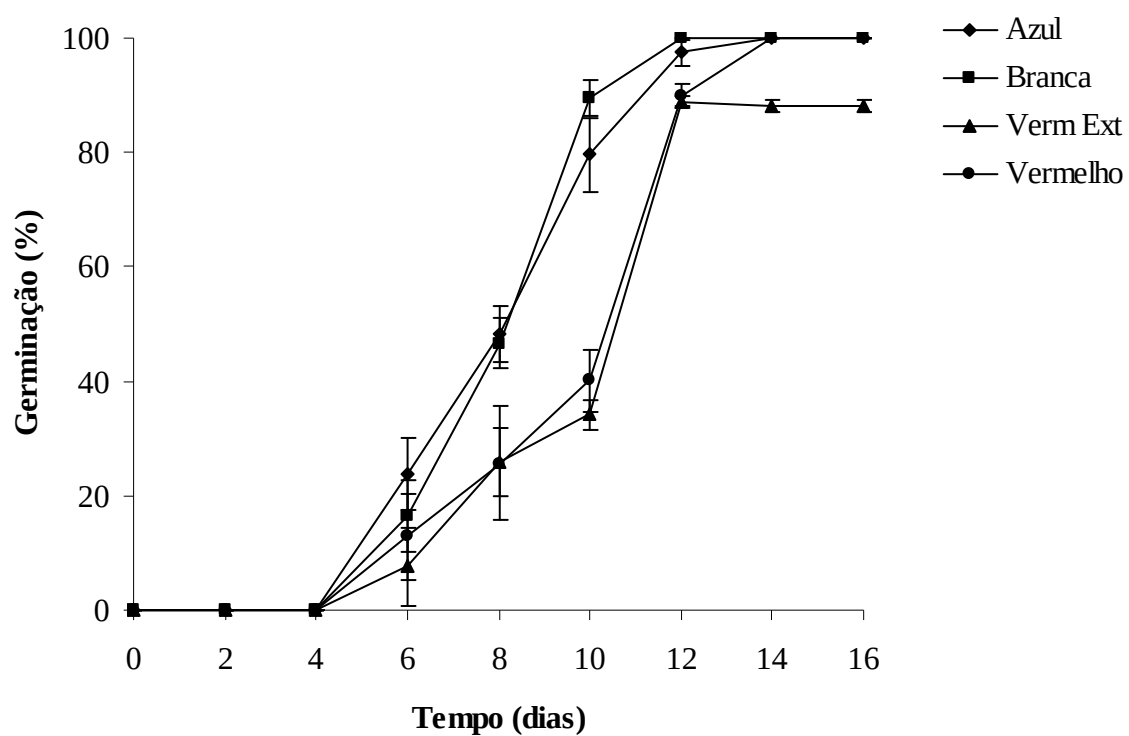


Fig. 4: Germinação de esporos de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin. sob diferentes qualidades de luz, mantidos a 25°C e luz contínua.

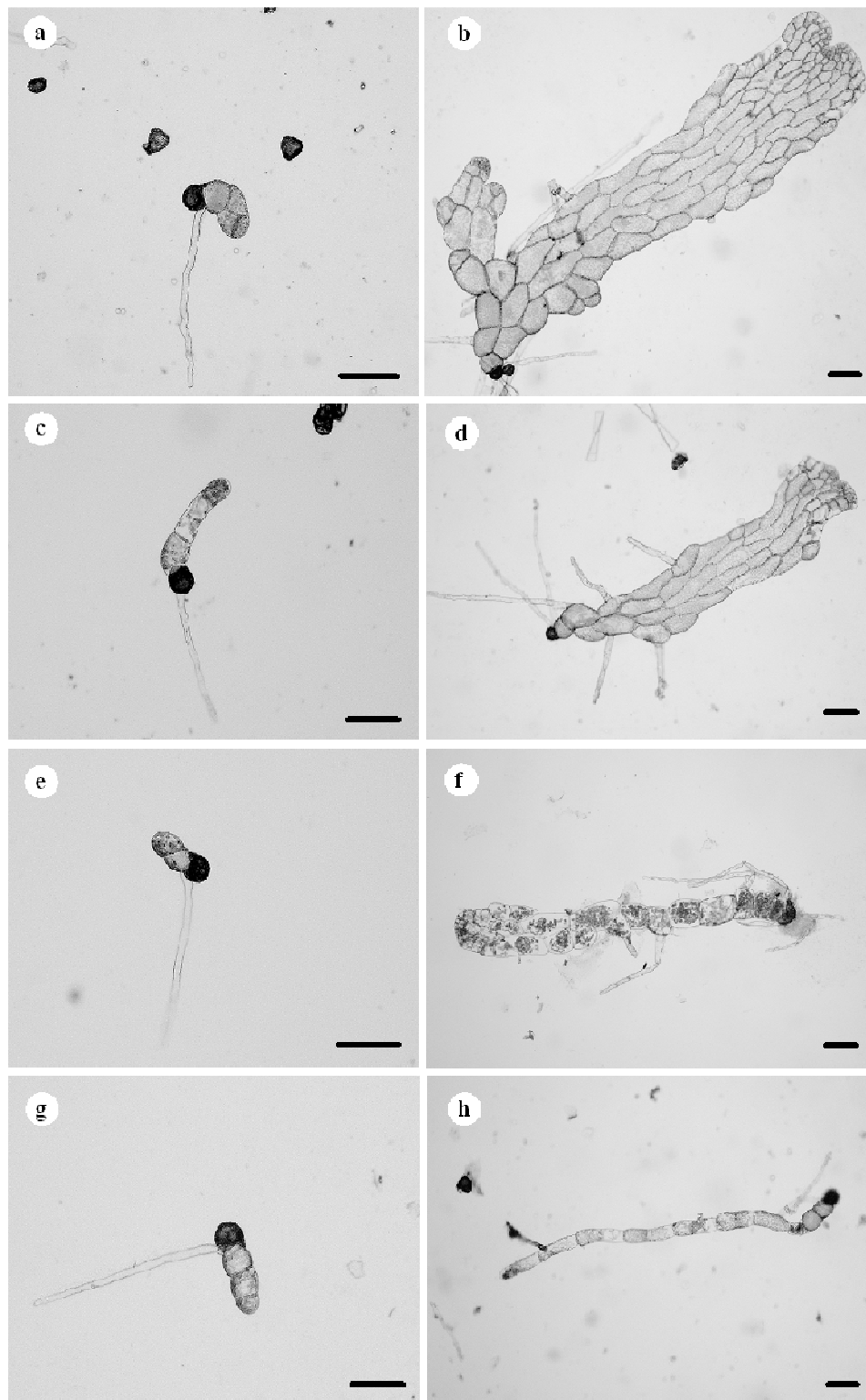


Fig. 5: Gametófitos de *Cyathea corcovandensis* (Raddi) Domin. mantidos sob diferentes qualidades de luz. Luz branca (a-b); luz vermelha (c-d); luz azul (e-f) e luz vermelho-extremo (g-h). A, C, E, G: 7 dias após germinação. B, D, F, H: 30 dias após a germinação. Escala 100μm.

DISCUSSÃO

No fragmento estudado, *Cyathea corcovadensis*(Raddi) Domin. está presente próxima a cursos de água, local sombreado, solo encharcado, sob rochas. Os esporos aclorofilados conferem à espécie melhor estratégia de sobrevivência com manutenção de viabilidade por longo período e germinação rápida. Segundo Nayar & Kaur (1971), a germinação de *Cyathea* é classificada como do tipo *Vittaria* e o desenvolvimento dos gametófitos do tipo *Aspidium*. Este tipo de classificação também é encontrado nos esporos de *Blechnum brasiliense* Desv., *B. occidentale* L., *B. cycadifolium* (Colla) Sturm, *B. chilense* (Kaulf.) Mett, *Thelypteris rhachiflexuosa* Riba, *Microgramma* K. Presl., *Metaxya rostrata* (Kunth) C. Presl., *Arachnoides denticulata* (Sw.) Ching e *Lygodium heterodoxum* Kunze (Pérez-García *et al.* 1994^a, Pérez-García *et al.* 1994b, Pérez-García *et al.* 1994c, Pérez-García *et al.* 1996, Mendonza *et al.* 1999, Silva 2003, Mendonza-Ruiz & Pérez-García 2005).

Os esporos de *C. corcovadensis* são fotoblásticos positivos, e desenvolvem gametófitos espatulados clorofilados no primeiro mês de cultivo. A maior parte das espécies de pteridófitas apresenta fotoblastismo positivo, ou seja, germinam apenas na presença de luz e distingue-se entre si com relação à porcentagem final e/ou velocidade. Em nosso trabalho, a espécie germinou rapidamente (a partir do quarto dia de cultivo) e teve alta porcentagem final. Estas características também foram encontradas em pteridófitas da mata ciliar e de cerrado, sendo *Blechnum brasiliense* Desv. a espécie de germinação mais rápida (Esteves & Felipe 1985, Simabukuro *et al.* 1993). Germinação total de esporos na primeira quinzena de cultivo também foi observada por Aragon & Pangua (2004) e Pérez-García (2007) estudando quatro espécies de *Tectaria* e *Asplenium* L. do México e da Espanha, respectivamente.

A qualidade de luz influencia na germinação de esporos e no desenvolvimento de gametófitos de pteridófitas. *C. corcovadensis* germinou sob luz branca, vermelha, vermelho-extremo e azul, assim como *Dicksonia sellowiana* Hook. estudada por Filippini *et al.* (1999) em cerrado, que apresentou esporos germinados sob luz branca e vermelha. Nondorf *et al.* (2003) demonstraram a alta plasticidade de germinação de esporos de *Cheilanthes feei* T. Moore quando tratados com luz branca e vermelho-extremo, pois os esporos germinaram nos dois tratamentos com alta porcentagem de germinação sob luz branca. Para Kiss & Kiss (1998) a qualidade de luz promoveu a germinação de esporos de *Schizaea pusilla* Pursh., independente do tipo utilizado no experimento. Alta porcentagem de germinação também foi encontrada por Pérez-García *et al.* (1994) para *Lygodium heterodoxum* Kunze.

Assim como na luz branca, vermelha, vermelho-extremo e azul, pré-tratamento com luz vermelha e vermelho-extremo, seguido do tratamento de escuro proporcionou a germinação de esporos de *Cyathea delgadii* Sternb. (Randi & Felipe 1988). Estudos realizados com luz vermelha, vermelho-extremo e azul permitiram observar que a qualidade de luz fornecida pode atrasar a germinação dos esporos, a exemplo de *Anemia flexuosa* (Sav.) Sw., *A. raddiana* Link, *Cyathea delgadii* Sternb., *Doryopteris concolor* (Langsd. & Fisch.) Kuhn, *Osmunda claytoniana* L., *O. cinnamomeae* L., *Polypodium hirsutissimum* Raddi e *P. latipes* Langsd. & Fisch. (Marcondes-Ferreira & Felipe 1984, Esteves & Felipe 1985, Randi & Felipe 1988).

Outro fator que influencia diretamente a germinação de esporos e o desenvolvimento de gametófitos de pteridófitas é a intensidade luminosa. Comparando a germinação de esporos de *C. corcovadensis* com *Dicksonia sellowiana*, observamos que ocorre inibição da germinação das duas espécies quando os esporos são cultivados sob baixa incidência luminosa (Filippini *et al.* 1999). Nesse aspecto, *C. corcovadensis* é menos exigente. Sua germinação e desenvolvimento são retardado quando a incidência luminosa é de apenas 30%. Após 30 dias, observou-se que gametófitos de *C. corcovadensis* submetidos a baixas intensidades luminosas não desenvolvem além da fase filamentosa.

Gametófitos crescidos nas diferentes qualidades de luz apresentaram formato desde filamentoso a espatulado. *C. corcovadensis* quando submetido sob luz azul e vermelho-extremo permanecem na forma de desenvolvimento espatulada e filamentosa, respectivamente. A forma filamentosa também foi encontrada para *D. sellowiana* quando submetida à luz vermelha (Filippini *et al.* 1999).

Nos experimentos de qualidade de luz e intensidade luminosa, fica claro que a luz branca e a vermelha são melhores tipos de luz para o desenvolvimento de *C. corcovadensis* em relação aos tratamentos com luz branca e vermelha, além de 100% de luz e 30% de sombreamento, ou seja, 70% de luz, são condições ideais para o desenvolvimento dos gametófitos e conseqüente formação de novas plantas.

A germinação de esporos de *C. corcovadensis* não é prejudicada por fatores como qualidade e intensidade de luz, demonstrando que a espécie é adaptada às condições adversas do ambiente quando se trata de sua germinação. Quando se tratar do desenvolvimento de gametófitos, esses permaneceram na sua forma filamentosa. Nos tratamentos com luz azul e vermelho-extremo e 30 e 50% de intensidade luminosa. Apesar de apresentar altas porcentagens de germinação, *C. corcovadensis* mostra-se mais exigente quanto ao

desenvolvimento, necessitando de intensidade e qualidade de luz para sucesso reprodutivo, ou seja, para formação de anterídio e arquegônio e futuro sucesso reprodutivo.

RESUMO

A luz é um fator importante para desencadear a germinação de esporos de pteridófitas. A qualidade e a intensidade luminosa regulam a germinação de esporos e o desenvolvimento de gametófitos fazendo com que este atinja ou não a fase reprodutiva. *Cyathea corcovadensis* Raddi (Domin.) é uma pteridófito arbórea encontrada em locais úmidos, em matas higrófilas, matas de galeria e principalmente locais úmidos. O objetivo deste estudo foi caracterizar a germinação de esporos e o desenvolvimento de gametófitos de *C. corcovadensis* sob diferentes qualidades e intensidades de luz. Os esporos foram desinfestados com hipoclorito de cálcio e distribuídos em solução nutritiva de Mohr. Os experimentos foram mantidos em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e luz contínua. Foram testadas luz azul, vermelha, vermelho-extremo e branca. Telas de sombrite foram utilizadas para obter 30, 50, 70 e 100% da luz incidente. *C. corcovadensis* é fotoblástica positiva. Os efeitos da qualidade de luz na germinação foram observados a partir do 4º dia resultando em valor inferior a 100% apenas em luz vermelho extremo. Os gametófitos submetidos à luz branca e luz vermelha tiveram um rápido desenvolvimento de suas células protaliais. Portanto, estes tratamentos foram considerados melhores por promoverem rápida germinação e desenvolvimento de gametófitos. Quanto ao efeito da intensidade luminosa, a maior sensibilidade ocorreu nos primeiros dias de desenvolvimento dos gametófitos, o que resultou em forma espatulada com início de desenvolvimento das alas apenas sob 70 e 100% de luz incidente.

Palavras-chave: pteridófitas, esporos, luz, germinação, desenvolvimento

REFERÊNCIAS

- ARAGON, C.F. & PANGUA, E. 2004. Spore viability under different storage conditions in four rupicolous *Asplenium* L. taxa. *American Fern Journal* 94(1): 28-38.
- AYRES, M.; AYRES, M.Jr.; AYRES, D.I. & SANTOS, A.S. 2003. BioEstat 3.0: Aplicações estatísticas nas Ciências Biológicas e Médicas. Belém: Soc. Civil de Mamirauá. 289p.
- BANKS, J.A. 1999. Gametophyte development in ferns. *Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology* 50: 163-186.

- BRUM, F.R. & RANDI, A.M. 2002. High irradiance and temperature inhibit the germination of spores of the fern *Rumhora adiantiformis* (Forst.) Ching (Dryopteridaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 25 (4): 391-396.
- CHEN, C-Y & IKUMA, H. 1979. Photocontrol of the germination of *Onoclea* spores. *Plant Physiology* 63:704-708.
- DYER, A.F. 1979. The experimental biology of ferns. Academic Press In (London) LTD, London, 657p.
- DYER, A.F. 1983. The gametophyte in culture – a simple system for studying plant development and reproduction. *Journal of Biological Education* 17: 23-39.
- ESTEVES, L.M. & G.M. FELIPPE. 1985. Efeito de luz e temperatura na germinação de *Polypodium latipes* pp. 29-34. In V Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, 1988, São Paulo. Anais... São Paulo.
- FERNANDES, I. 2003. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do nordeste oriental do Brasil. *Pesquisa Botânica* 53: 7-53.
- FILIPPINI, E.C.P.; DUZ, S.R. & RANDI, A.M. 1999. Light and storage on the germination of spores of *Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook., Dicksoniaceae. *Revista Brasileira de Botânica* 22(1): 21-26.
- GOMES, G.S.; RANDI, A.M.; PUCHALSKI, A.; SANTOS, D.S. & REIS, M.S. 2006. Variability in the germination spores among and within natural populations of the endangered tree fern *Dicksonia sellowiana* Hook (Xaxim). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49(1): 1-10.
- JARVIS, S.J. & WILKINS, M.B. 1973. Photoresponses of *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro. I. Germination. *Journal of Experimental Botany* 24: 1149-1157.
- KISS, H.G. & KISS, J.Z. 1998. Spore germination in population of *Schizaea pusilla* from New Jersey and Nova Scotia. *Internacional Journal of Plant Sciences* 159 (5): 848-852.
- LELLINGER, D.B. 1987. The disposition of *Trichipteris* (Cyatheaceae). *American Fern Journal* 77: 90-94
- MENDONZA-RUIZ, A. & PÉREZ-GARCÍA, B. 2005. Análisis comparativo de la fase sexual de dos espécies de *Microgramma* (Polypodiceae, Pleopeltoideae). *Acta Bot. Mexicana* 71: 1-10.
- MENDONZA, A.; PÉREZ-GARCÍA, B. & RIBA, R. 1999. Morfogénesis de la fase sexual del helecho *Arachniodes denticulata* (Dryopteridaceae). *Revista de Biología Tropical* 47.
- NAYAR, B.K. & KAUR, S. 1971. Gametophytes of homosporous ferns. *Botanical Review* 37: 295-396.

- NONDORF, S.; DOOLEY, M.A.; PALMIERI, M. & SWATZELL, L.J. 2003. The effects of pH, temperature, light intensity, light quality, and moisture levels on spore germination in *Cheilanthes feei* of Southeast Missouri. *American Fern Journal* 93(2): 56-69.
- PANGUA, E.; GARCÍA-ÁLVAREZ, L. & PAJARÓN, S. 1999. Studies on *Cryptogramma crista* spore germination. *American Fern Journal* 89: 159-170.
- PÉREZ-GARCÍA, B.; OROZCO-SEGOVIA, A. & RIBA, R. 1994. The effects of the white fluorescent Light, far-red Light, darkness, and moisture on spore germination of *Lygodium heterodoxum* (Schizaeaceae). *American Journal of Botany* 81(11): 1367-1369.
- PÉREZ-GARCÍA, B.; MENDONZA, A. & RIBA, R. 1994a. Desarrollo gametofítico de *Metaxya rostrata* (Filicales: Metaxyaceae). *Revista de Biología Tropical* 42: 455-460.
- PÉREZ-GARCÍA, B.; MENDONZA, A. & RICCI, M. 1994b. Morfogénesis de la fase sexual de *Blechnum chilense* y *Blechnum cycadifolium* (Pterophyta: Blechnaceae). *Revista de Biología Tropical* 44.
- PÉREZ-GARCÍA, B.; MENDONZA, A. & RIBA, R. 1994c. Observaciones del gametofito de *Thelypteris rhachiflexuosa* Riba (Thelypteridaceae). *Acta Botânica Mexicana* 28: 63-69.
- RANDI, A.M. & G.M. FELIPPE. 1988. Effects of red and far-red on the germination of spores of *Cyathea delgadii*. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 41-45.
- RANDI, A.M. & G.M. FELIPPE. 1988. Germinação de esporos de *Cyathea delgadii* sob luz azul e aplicações longas de vermelho. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 979-984.
- RAGHAVAN, V. 1989. Development biology of ferns. Cambridge University Press, New York, p.361.
- RASHID, A. 1976. An introduction to pteridophyta (Diversity and differentiation). Vikas Publishing House PUT LTD, New Delhi, 283p.
- SILVA JÚNIOR, A.H.P. 2002. Germinação e formação de banco de esporos de *Cyathea pungens* (Willd.) Domin. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- SILVA, F.C.L. 2003. Controle populacional de *Blechnum brasiliense* Desv. e *Blechnum occidentale* L. e formação do banco de esporos em dois fragmentos de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- SIMABUKURO, E.A.; ESTEVES, L.M. & FELIPPE, G.M. 1993. Fotoblastismo de pteridófitas de mata ciliar. *Insula* 22: 177-186.
- SUGAI, M. 1971. Photomorphogenesis in *Pteris vittata*. IV. Action spectra for inhibition of phytochrome-dependent spore germination. *Plant Cell Physiology* 12:103-109.

- SUGAI, M. & FURUYA, M. 1967. Photomorphogenesis in *Pteris vittata*. 1- Phytochrome-mediated spore germination and blue light interaction. *Plant Cell Physiology* 8:737-748.
- SUGAI, M.; TAKENO, K & FURUYA, M. 1977. Diverse response of spores in the light-dependent germination *Lygodium japonicum*. *Plant Sci* 8: 333-338.
- TOMIZAWA, K. SUGAI, M. & MANABE, K. 1983. Relationship between germination and PFr level in spore of the *Lygodium japonicum*. *Plant Cell Physiology* 24: 1043-1048.
- TOWIL, L.R. 1978. Temperature and photocontrol of *Onoclea* spore germination. *Plant Physiology* 62: 116-119.
- WADA, M. & SUGAI, M. 1994. Photobiology of ferns. In: R.E. KENDRICK e KRONENBERG (eds.) *Photomorphogenesis in plants*. Kluwer Academic Publishers. Norwel (USA).
- WHITTIER, D.P. & BRITTON, D.M. 1995. Gametophytes of *Diplasiastrum xhabereri*. *American Fern Journal* 85: 89-94.
- WHITTIER, D.P. & PINTAUD, J. 1999. Spore germination and early gametophyte development in *Stromatopteris*. *American Fern Journal* 89: 142-148.
- WHITTIER, D.P. & WEBSTER, T.R. 1986. Gametophytes of *Lycopodium lucidulum* from axenic culture. *American Fern Journal* 76: 48-55.

CONCLUSÕES

- As espécies de Cyatheaceae apresentam estratégias reprodutivas diferentes apesar de estarem inseridas num mesmo habitat e produzindo todas as suas fenofases ao longo do ano. São espécies bastante sensíveis quanto a mudanças que possam ocorrer no ambiente.
- A manutenção do banco de esporos no solo, mesmo que banco temporário, demonstra que a perpetuação de espécies de pteridófitas pode ser mantida no habitat natural mesmo que por tempo determinado.
- O estudo anatômico de pteridófitas é uma ferramenta muito importante pois nos ajuda a distinguir um grupo do outro pelo menos ao nível de família. A anatomia das espécies estudadas corrobora com a encontrada na literatura sendo classificada como o tipo *Cyathea*.
- O estudo da germinação de esporos e desenvolvimento de gametófitos de *Cyathea corcovadensis* demonstrou que a espécie apesar de germinar em condições adversas de luz, tem comprometido o desenvolvimento de seus gametófitos quando há baixa disponibilidade luminosa. Levando para o lado ecofisiológico esta espécie tem limitações quando ao seu estabelecimento no habitat na qual está inserida.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi: definir o padrão fenológico das espécies de Cyatheaceae, avaliar a formação do banco de esporos de Cyatheaceae nos fragmentos de Mata Atlântica da RPPN de Frei Caneca, ao longo do ano, definir condições ótimas de crescimento das espécies, e também definir padrão anatômico de frondes de duas espécies de *Cyathea*. O estudo foi desenvolvido nas Matas da Serra do Quengo e da Bernardina. Para avaliar a formação de banco de esporos, o solo superficial foi coletado em dez pontos de cada mata, ao final das estações secas e chuvosas. As amostras de solo foram mantidas a 25°C e fotoperíodo de 12h em câmara de crescimento. O critério para considerar a germinação do banco de esporos foi o aparecimento da primeira célula rizoidal dos gametófitos. Durante o desenvolvimento inicial, os gametófitos foram agrupados em tricomados e não tricomados. A rápida germinação de esporos e formação de gametófitos foi observada nas amostras a partir do primeiro e segundo mês de cultivo do solo da Mata da Serra do Quengo e da Bernardina, respectivamente. Nos dois locais, 80% dos morfotipos de gametófitos formados não apresentaram tricomas. A partir do terceiro mês foram observadas estruturas reprodutivas, ou seja, anterídio e arquegônio, nas amostras das duas matas e, ao final de cinco meses houve formação de esporófitos. Para o estudo fenológico, coletas de dados foram realizadas durante um ano, onde dez indivíduos de cada espécie de Cyatheaceae foram devidamente marcados, identificados. As três espécies de *Cyathea* mantiveram a produção de báculos ao longo do ano e o desenvolvimento constante. A categoria báculo abortado foi observada para as espécies *Cyathea microdonta* e *C. praecincta*. A produção de frondes estéreis foi mantida durante todo o ano para as três espécies de *Cyathea*. *Alsophila setosa*, apresentou produção de báculo por todo ano. Não foi observada fronde fértil e poucas foram as frondes estéreis presentes. Não foram observados indivíduos jovens dessa espécie. Para o estudo anatômico, as frondes coletadas foram fixadas em FAA 50% e posteriormente mantidas em etanol 70%. Cortes transversais à mão livre foram realizados, clarificados com hipoclorito de sódio (50%), lavados em água destilada e posteriormente corados com Safrablau. Após a coloração os cortes, foram montados lâminas semi-permanentes em água glicerina 50%. *Cyathea corcovadensis* e *Cyathea microdonta* apresentam anatomia classificada com tipo *Cyathea*, corroborando com a literatura estudada. Para caracterizar estudos de germinação e desenvolvimento de gametófitos, esporos de *Cyathea corcovadensis* coletados desinfestados e distribuídos em erlenmeyers contendo 25mL de solução nutritiva de Mohr com fungicida nistatina. O tratamento de fotoblastismo foi

mantido em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12h. Os experimentos de qualidade de luz e intensidade luminosa foram mantidos em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e luz contínua. Em todos os experimentos o critério para considerar o esporo germinado foi a protusão da célula rizoidal. Para o estudo de fotoblastismo, foram colocados erlenmeyers sob luz e escuro contínuo. O tratamento de escuro contínuo foi obtido com o uso de três sacos plásticos pretos. A intensidade luminosa foi analisada a 100, 70, 50 e 30% com uso de telas de sombrite com diferentes filtros de passagem de luz. Os esporos germinados foram acompanhados por 30 dias para o estudo de desenvolvimento de gametófitos. Os esporos de *C. corcovadensis* são aclorofilados e apresentaram cospúsculos lipídicos. Os esporos de *C. corcovadensis* são considerados fotoblásticos positivos, uma vez que não foi observada germinação no escuro mesmo após 30 dias de cultivo. Quando analisados os efeitos da qualidade de luz na germinação, foi observada germinação a partir do 4º dia e estabilização da curva de germinação em 100% no 12º dia para luz branca e ocorreu um atraso de quatro dias na estabilização da curva para os demais tratamentos, sendo então a curva estabilizada no 16º dia de cultivo. Os gametófitos submetidos aos tratamentos de luz branca e luz vermelha tiveram um rápido desenvolvimento de suas células protaliais. Foi observado uma variação no padrão de desenvolvimento dos gametófitos nos tratamentos de luz azul e luz vermelho-extremo. Nesses tratamentos, foi observado maior número de células e as mesmas mostraram-se mais alongadas. O efeito da intensidade luminosa foi observado nos diferentes tratamentos, sendo a germinação a partir do 4º dia de cultivo e estabilização da curva de germinação (em 100%) a partir do 16º de germinação para esporos expostos a 100% de luz, 18º dia para os tratamentos de 30 e 50% de sombreamento e no 20º dia para o tratamento de 70% de sombreamento. Aos 21 dias de germinação foi observado um alongamento das células protaliais caracterizando estiolamento das células, no tratamento de 70% de sombreamento, isso em decorrência da baixa intensidade luminosa incidida sobre os gametófitos de *C. corcovadensis*. Gametófitos, com 30 dias, cultivados sob 100% de luz e 30% de sombreamento apresentaram a forma espatulada com início de desenvolvimento sem sincronia das alas, tendo a ala direita se desenvolvido mais que a ala esquerda. Nas demais intensidades luminosas (50 e 70% de sombreamento), os gametófitos apresentaram a forma filamentosa de desenvolvimento. Nos experimentos de qualidade de luz e intensidade luminosa, fica claro que o desenvolvimento ideal para espécie de *Cyathea corcovadensis* que os tratamentos de luz branca e vermelha, e 100% de luz e 30% de sombreamento são condições ideais para o desenvolvimento de gametófitos e conseqüente formação de novas plantas.

ABSTRACT

The objective of this study was: to define the fenológico standard of the species of Cyatheaceae, to evaluate the formation of the bank of spores of Cyatheaceae in the of Atlantic Forest of the RPPN of Frei Caneca, to the long one of the year, to define excellent conditions of growth of the species, and also to define anatomical standard of fronds of two species of Cyathea. The study it was developed in the bushes of the Mountain range of the Quengo and the Bernardina. To evaluate the formation of spores of bank, the ground superficial was collected in ten points of each bush, to the end of the dry and rainy stations. The samples ground had been kept 25°C and photoperiod of 12h in growth chamber. The criterion to consider the germination of spores of bank was the appearance of the first rizoidal cell of the gametophyte. During the initial development, the gametophytes had been grouped in tricomades and not tricomades. The fast germination of spores and formation of gametophytes was observed in the samples from first and second the month of culture of the ground of Mata of the Mountain range of the Quengo and the Bernardina, respectively. In the two places, 80% of the morphotypes of formed gametophytes had not presented tricomas. From the third month reproductive structures had been observed, or either, antheridium and arquegonium, in the samples of the two bushes and, to the end of five months had formation of sporophytes. For the fenological study, collections of data had been carried through during one year, where ten individuals of each species of Cyatheaceae duly had been marked, identified. The three species of Cyathea had kept the production of walking sticks to long of the year and the constant development. The category aborted walking stick was observed for the species *Cyathea microdonta* and *C. praecincta*. The production of fronds barren was kept during all the year for the three species of Cyathea. *Alsophila setosa*, presented production of walking stick per all year. Frond was not observed fertile and few had been fronds barren gifts. Young individuals of this species had not been observed. For the anatomical study, fronds collected had been fixed in FAA 50% and later kept in ethanol 70%. Transversal cuts by hand exempt had been carried through, clarifications with hypochlorite of sodium (50%), washed in water distilled and later with Safrablau. After the coloration the cuts, had been mounted half-permanent blades in glycerinate water 50%. *Cyathea corcovadensis* and *Cyathea microdonta* present anatomy classified with Cyathea type, corroborating with studied literature. To characterize studies of germination and development of gametophytes, spores of *C. corcovadensis* collected disinfested and distributed in erlenmeyers contend 25mL of

nutritional solution of Mohr with nistatina fungicide. The treatment of photoblastism was kept in chamber of growth with temperature of 25°C and photoperiod of 12h. The experiments of quality of light and luminous intensity had been kept in chamber of growth with temperature of 25°C and continuous light. In all the experiments the criterion to consider spore germinated was the emission of the rizoidal cell. For the photoblastism study, erlenmeyers under light and dark continuous had been placed. The continuous treatment dark was gotten with the use of three black plastic bags. The luminous intensity was analyzed the 100, 70, 50 and 30% with use of screens of sombrite with different filters of light ticket. The germinated spores had been followed per 30 days for the study of development of gametophytes. The spores of *C. corcovadensis* are aclorophillous and had presented corpuscles lipidics. The spores of *C. corcovadensis* are considered photoblastics positives, a time that was not observed germination in dark exactly after the 30 days of culture. When analyzed the effect of the quality of light in the germination, it was observed germination from 4° day and stabilization of the curve of germination in 100% in 12° day for white light and occurred a delay of four days in the stabilization of the curve for the too much treatments, being then the curve stabilized in 16° day of culture. The gametophytes submitted to the treatments of white light and red light had had a fast development of its protaliais cells. A variation in the standard of development of the gametophytes in the treatments of blue light and light was observed red-extremity. In these treatments, bigger frame number was observed and the same ones had revealed more prolonged. The effect of the luminous intensity was observed in the different treatments, having been the germination from 4° day of culture and stabilization of the curve of germination (in 100%) from 16° of germination for displayed spores the 100% of light, 18° day for the treatments of 30 and 50% of shade and in 20° day for the treatment of 70% of shade. To the 21 days of germination an along of the protaliais cells was observed characterizing stiolament of the cells, in the treatment of 70% of shade, this in result of low the happened luminous intensity on the corcovadensis gametophytes of *C. corcovadensis*. Gametophytes, with 30 days, cultivated under 100% of light and 30% of shade had presented the form spatulated with beginning of development without synchronies of the sections, having had the section right if developed more than the left section. In the too much luminous intensities (50 and 70% of shade), the gametophytes had presented the filamentous form of development. In the experiments of quality of light and luminous intensity, it is clearly that the ideal development for species of corcovadensis Cyathea that the treatments of white and red light, and 100% of light and 30% of shade are ideal conditions for the development of gametophytes and consequence formation of new plants.

Anexo 1: Regras da Revista Acta Botânica Brasileira, utilizadas nas citações da Apresentação, Fundamentação Teórica, Capítulo 2.



ISSN 0102-3306 versão impressa
ISSN 1677-941X versão online

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- Objetivo
- Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanica Brasileira

Objetivo

A **Acta Botanica Brasileira**, publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Inglês ou Espanhol. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanic

1. A **Acta Botanica Brasileira** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Espanhol ou Inglês. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.
2. Os artigos devem ser concisos, em **quatro vias, com até 25 laudas**, sequencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).
3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* devem estar em itálico.
4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).
5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se

desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.

6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:

- **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resumen em Espanhol.

- **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.

- **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

- **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5x23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma

abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), o número separado da unidade, com exceção de percentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 exsiccatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, *coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário)*.

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435 (SP)*.

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.* (atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, *itálico*).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres
 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.
..... 2. *S. orbicularis*
 2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
..... 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o *itálico* e o **negrito** simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em *itálico*. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. ***Sepulveda albicans*** L., Sp. pl. 2: 25. 1753.
Pertencia *albicans* Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.
Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- **Referências bibliográficas**

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** **33**(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasilica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos recentes da Revista, ou os links da mesma na internet: www.botanica.org.br. ou ainda artigos on line por intermédio de www.scielo.br/abb.

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações resumos **simples** de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto**. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.

Anexo 2: Regras da Revista Fern Gazette utilizadas nas citações do Capítulo 1.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Manuscripts on all subjects of pteridology are welcome and should be sent to the editor: Miss J.M. Camus, Department of Botany, The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, UK; fax +44-(0)20-7942 5529; email j.camus@nhm.ac.uk.

PLEASE NOTE that papers should not usually exceed 20 printed pages and are generally expected to be considerably shorter. Longer review articles will be considered. Short notes are acceptable e.g. new records. The senior author should supply fax and email numbers to facilitate correspondence.

MANUSCRIPTS should be written in English (British), double spaced, preferably on A4 paper. Three hard copies are required in the first instance; a version on disc will be required after revision (WORD 97 in WINDOWS 95, DOS). All manuscripts will be refereed. The title should reflect the content of the paper and be in **BOLD CAPITALS** and centrally aligned. Generic and specific names should be in italics and any title containing a generic or specific name must be followed by the family and Pteridophyta in brackets e.g.

**TRICHOMANES SPECIOSUM WILLD. (HYMENOPHYLLACEAE:
PTERIDOPHYTA) IN SOUTHERN SPAIN**

AUTHOR ABBREVIATIONS should follow Pichi Sermolli's (1996) Authors of scientific names in Pteridophyta, Royal Botanic Gardens, Kew.

MAIN HEADINGS: in BOLD CAPITALS and centrally aligned.

SUBSIDIARY HEADINGS: in italics and left aligned.

AUTHORS' NAMES AND FULL ADDRESSES: following the title and centrally aligned.

KEY WORDS: up to ten.

ABSTRACT: should reflect the content of the paper.

FIGURES: there is no distinction between photographs and line drawings in numbering, but maps should be numbered separately. All should be presented in a form ready for reproduction, ideally as TIF format, with a scale bar where appropriate. Lettering or numbers (Arabic) should be sufficiently large to be legible if reduction is necessary during printing. The number of photographs allowed in any one issue is limited by cost. Figure captions should be on a separate sheet.

TABLES: can be printed in either portrait or landscape format. Authors should consider this when they are preparing tables. Authors should ensure that tables fit the printed page size in a legible form.

MEASUREMENTS: should follow the metric system.

CHECKLISTS: should follow the format of Baksh-Comeau, Fern Gaz. 16(1, 2): 11-122.

REFERENCES: should follow the style of the current issue of The Fern Gazette, e.g.:-

HOOKER, W.J. 1864. Species Filicum, 5. Dulau & Co., London.

MORTON, C.V. 1947. The American species of *Hymenophyllum*, section *Sphaeroconium*. Contr. U.S. Natl. Herb. 29(3): 139-201.

PICHI SERMOLLI, R.E.G. 1977. Phragmata pteridologiae VI (*Crypsinopsis*). Webbia 31: 240-242.

STEVENSON, D.W. & LOCONTE, H. 1996. Ordinal and familial relationships of pteridophyte genera. In: CAMUS, J.M., GIBBY, M. & JOHNS, R.J. (Eds) Pteridology in perspective, pp. 435-467. Royal Botanic Gardens, Kew.

JOURNAL ABBREVIATIONS: should follow Botanico Periodicum Huntianum & Supplements.

Alterations from the original text at proof stage will be charged for unless they are minor points of detail. Twenty five offprints will be supplied free to the senior author.

Anexo 3: Regras da Revista de Biologia Tropical utilizadas nas citações do Capítulo 4.

REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL

INTERNATIONAL JOURNAL OF TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION

ISSN 0034-7744
versão impressa

Instruções aos autores

- Como preparar manuscritos

Como preparar manuscritos

Como preparar manuscritos

The Revista de Biología Tropical autores e leitores das ofertas:

Rever estrito do par: A taxa da aceitação, perto de 30%, permite uma seleção cuidadosa dos papéis pela importância e pelo assunto. Os dois órgãos da avaliação e da sustentação, a placa Editorial e a placa científica internacional (ver a tampa interna) para ter peritos renowned da classe do mundo.

Rectificar a circulação internacional: A versão impressa do jornal é encontrada nas bibliotecas de 64 países onde há uma atividade científica significativa. O jornal está também disponível aos milhões de usuários do Internet com o World Wide Web.

Impacto elevado: Se você consultar qualquer coisa dos papéis especializados aos livros sérios no Neotropics, você encontrará freqüentemente o jornal cited como uma fonte da informação, e é incluída nas referências chaves tais como Biological Abstracts, Zoological Record, Current Contents, Bulletin Signaletique, Scielo and Latindex.

1. O jornal é parte “do mainstream científico” de acordo com o Institute for Scientific Information e os mantains uma elevação - em nível da qualidade julgando manuscritos unicamente no mérito científico. Nós incentivamos autores sugerir revisores possíveis e incluir cópias das letras da opinião dos colegas que lêem o esboço precedente à submissão.

2. O jornal desanima a submissão de relatórios desnecessariamente subdivididos de um único estudo. Similarmente, o número dos autores espera-se correlacionar com a quantidade de trabalho requerida para o estudo.

3. Nós reconheceremos a recepção assim que seu papel chegar. Os manuscritos aceitados para a revisão pela placa Editorial serão emitidos a três specialists internacional reconhecidos.

4. Os autores sênior receberão uma cópia do jornal e os reprints eletrônicos (PDF). As páginas adicionais serão carregadas uma taxa. A submissão de monografias longas e de suplementos requer o consultation precedente com o editor. As limas são rejeitadas três meses após a

publicação, nós não podem aceitar o responsibility depois disso.

Como impedir atrasa

Muitos manuscritos fazem exame mais por muito tempo ao processo porque não seguem formatos corretos do ther. A maneira a mais fácil conformar-se a nosso estilo é estudando o tipo de caso de letra, ordem das citações, formato das referências, tabelas e figura subtítulos, etc. em uma edição recente. Se seu manuscrito olhar como um papel publicado neste formato (à exceção do uso de duas colunas por a página que você não deve uso), está provavelmente correto. Nunca sublinhar palavras: usar itálicos. Você pode imprimir esta lista de verificação para certificar-se que seu manuscrito está pronto para a submissão.

O manuscrito tem as seguintes características:

- Apresenta a informação biológica original em organismos tropicais e cabe o seguinte formato.
- Estudo de campo detalhado, feito para mais do que um ano, ou dentro - estudo do laboratório da profundidade, sobre diversos tópicos relacionados (escala: 8 001-20 000 palavras).

Instruções gerais

Seguir a estrutura padrão de um papel científico (não fundir resultados com a discussão) e incluir uma nota para que o editor prepare um sumário espanhol (Resumen) se você não puder fornecer um. **Submeter o manuscrito no formato de .doc, de .rtf ou de .pdf a rbt@cariari.ucr.ac.cr junto com um E-mail que indica que o manuscrito é original e que todos os autores concordam com as publicações**

Aplicar um spellchecker automático, e indicar o número total das palavras no pé da primeira página. Emitir o dpi profissional das ilustrações 300 da qualidade da definição, de uma largura de 14 cm e de **imagens elevadas da definição**. Subtítulo da pia batismal pontos Roman novos das épocas em 16.

Seção introdutória

- O título não capitalized throughout (somente as letras apropriadas), é short e inclui a ordem e a família (papéis botanical: somente família).
- A autoridade Taxonomic (autor, ano) para cada táxon aparece somente uma vez no texto principal, a primeira vez que o táxon é mencionado. Os Genera dos binomials estão escritos completamente somente a primeira vez que cada um é usado, no sumário, texto, Resumen e chaves principais.
- O endereço para a correspondência é curto mas termina; lá é diversos, eles deve ser numerado. Incluir o E-mail para todos os co-autores.
- O sumário (350-450 palavras) deve descrever o problema que está sendo dirigido, como o estudo era perfomed, os resultados salient (frequentemente com meios e tamanhos de amostra) e o que os autores conclíram. Deve ser um único parágrafo. O mesmo aplica-se (200 palavras) ao Resumen espanhol mais succinct, que pode ser adicionado pelo jornal em cima do pedido.
- As palavras chaves (cinco sete) são separadas por vírgulas e permitirão a recuperação do papel nas bases de dados internacionais que caracterizam o jornal.
- A seção do material e dos métodos apresenta somente a informação requerida para repetir o estudo. Os métodos previamente publicados referenced e são descritos momentaneamente. Não incluir um mapa da área do estudo, instead, fornecer as coordenadas geográficas.
- Os espécimes do comprovante devem ser depositados pelo menos em um museu e em detalhes e em números de catálogo dados sob o material e os métodos. Normalmente, os

estudos sem comprovantes não são aceitados.

Parte central

- Os dados Quantitative foram avaliados com testes estatísticos apropriados, que cited somente após cada resultado e nos parênteses. Exemplo: A altura e a velocidade foram correlacionadas (Spearman, $p < 0.05$).
- Os acrônimos são soletrados completamente a primeira vez.
- As unidades aparecem como segue: os litros de l, gramas de g, quilogramas do quilograma, secundam s, minutos minuto, horas da hora, milimeters milímetro, centimeters do cm, medidores m, quilômetros do quilômetro; as unidades não capitalized e não têm nenhum período. Os decimais são indicados com um período, os milhares e os milhões com um espaço. por exemplo 12 523 235.15
- Quando não seguidos por unidades, os inteiros de zero a dez são escritos completamente (um, dois etc., não 1, 2 etc.).
- As citações no texto são requisitadas cronologicamente e seguem estritamente o formato deste exemplo: (Smith 1978, Richards 1982, 1985, Walker e Barnes 1992, Robbins e outros. 2000). Anotar o uso das vírgulas. Para mais de dois autores, italicized e outros. é usado.
- Somente as publicações cited publicam-se sob referências e o versa vice. Os papéis Unpublished não aparecem sob referências: são mencionados no texto como neste exemplo: (J. Smith, unpublished).

Figuras e tabelas

- As figuras isoladas foram evitadas agrupando fotografias e ilustrações relacionadas. Os símbolos e as escalas aparecem como um subtítulo na figura (nunca como uma nota de rodapé). As etiquetas são pelo menos um froma de 5 milímetros a beira da imagem.
- As tabelas muito longas ou muito curtas foram evitadas (metade de uma página são um tamanho bom) e nenhuma linha vertical ou horizontal foi usada. Todos os símbolos e abreviaturas usados aparecem somente nas notas de rodapé.

Parte final

- Somente as pessoas que deram o auxílio muito significativo são mencionadas pelo nome sob reconhecimentos. O "Dr.", o "Prof", a "Sra.", etc. não são usados.
- As referências são requisitadas alfabeticamente e seguem estritamente este formato, including detalhes tais como o afastamento, as vírgulas, sublinhar, os capitais, etc.:

Artigo

Domínguez R., L.F., F. Zamora & G. Fuentes. 2005.
Demography of the parasite *Gnathostoma binucleatum*
(Spirurida: Gnathostomatidae) during a ten year
period. Rev. Biol. Trop. 53: 1235-1246.

Livro, relatório ou continuações

Robinson, J.S. 2005. Ichthyology. Winsley, New York, New York, EEUU. 1200 p.

O capítulo multiauthored dentro o livro

Peters, W.H. 2005. Sediments, p. 7-41. In R. Smith & J.A. Mead (eds.). Tropical ecosystems. Van der Meet, The

Hague, Holland.

Thesis

Stern, G. 2005. Evolution of DNA sequences in Netropical
cambarids (Crustacea: Decapoda). Ph.D. Thesis,
Uppsala, Sweden. 289 p.

Referências do Internet: Se possível, evitar referências do Internet, elas são considerados mais menos valioso do que referências impressas, na maior parte porque elas dissapear facilmente. Se você dever os usar, aplicar o mesmo formato de todas citações restantes, por exemplo: (2004 Anonymous). No fim das referências seccionar, criar uma subseção intitulada "Internet References" com o seguinte formato:

Anonymous. 2004. Population genetics in tropical birds.
Institute for Avian Research, Perth, Western Territory,
Australia. (Downloaded: December 23, 2005, www.
iar.net.autropical.htm).

NOTA: As referências com papel e versões eletrônicas são incluídas na seção padrão das referências, usando o formato padrão, mas você deve adicionar URL, endereço, por exemplo:

Perez, J. & K. Smith. 2005. Ultrastructural correlations
in tropical cambrian epifauna. Rev. Biol. Trop. 53:
907-932 (also available on-line: www.tropiweb/53/2/
perez.htm).

NOTA: incluir o publisher, a cidade, o estado ou a província, e o país; encurtar o nome da impressora (por exemplo escrever Wiley em vez de Wiley e Filhos Publicações, Inc., não escrevem a "imprensa", o "Verlag" e palavras equivalentes). Não indicar o número da edição.

[\[Sobre a revista\]](#) [\[Corpo Editorial\]](#) [\[Subscrição\]](#)

© 2007 *Universidad de Costa Rica*

Apartado 2060 San José, Costa Rica
TeleFax: (506) 2075550

rbt@cariari.ucr.ac.cr