

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

ANDRÉ LUIZ ALVES DE LIMA

**PADRÕES FENOLÓGICOS DE ESPÉCIES LENHOSAS E
CACTÁCEAS EM UMA ÁREA DO SEMI-ÁRIDO DO
NORDESTE DO BRASIL**

RECIFE - PE

2007

ANDRÉ LUIZ ALVES DE LIMA

**PADRÕES FENOLÓGICOS DE ESPÉCIES LENHOSAS E
CACTACEAS EM UMA ÁREA DO SEMI-ÁRIDO DO
NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação do aluno André Luiz Alves de Lima apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGB/UFRPE, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Botânica.

Orientadora: Dr^a Maria Jesus Nogueira Rodal

Recife - PE

2007

ANDRÉ LUIZ ALVES DE LIMA

**PADRÕES FENOLÓGICOS DE ESPÉCIES LENHOSAS E CACTACEAS EM UMA
ÁREA DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL**

ORIENTADORA: _____

Profa. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal

Dissertação submetida à apreciação pela banca examinadora

TITULARES:

Profa. Dra. Isabel Cristina Machado (UFPE)

Prof. Drº Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio (UFPE)

Profa. Dra. Cibele Cardoso de Castro (UFRPE)

SUPLENTE:

Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo (UFRPE)

Recife – PE

2007

DEDICO

A minha Mãe, a minha esposa e a meus familiares, que são os alicerces da minha vida.

OFEREÇO

Especialmente a minha Orientadora Maria Jesus Nogueira Rodal, que tem me guiado nesta longa jornada do aprendizado e a todos os meus companheiros de laboratório que me ajudaram em diversos sentidos na execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me concedido a vida e muita saúde.

Agradeço, a minha mãe, Maria, por ter me guiado pelo caminho certo e acima de tudo, educando, aconselhando e ajudando a superar as dificuldades da vida; e ao meu pai, Dionísio, (*in memoriam*). Ao meu irmão José Alves e minha irmã, Giselda Terem, pela grande contribuição para o meu crescimento, além de valiosos conselhos. Agradeço também a todos os outros irmãos e parentes que, de alguma forma, contribuíram direto ou indiretamente na minha formação.

Agradeço a minha esposa, amiga e companheira de todas as horas, Michelle, pela especial atenção que teve e tem comigo, pelo apoio, companheirismo e compreensão da minha ausência nos feriados e finais de semana que estive viajando para coleta ou me dedicando ao trabalho escrito. Aos nossos filhos Amanda e Alisson, fonte de alegria e razão de nossas vidas. Ao meu sogro, Carlos, a minha sogra, Fátima, que contribuíram, indiretamente, para a realização deste trabalho, apoiando e estando sempre presente nas mais diversas situações que precisei. Também agradeço ao meu cunhado, Renato e cunhada, Karla, pelo companheirismo.

Agradeço, especialmente, a minha orientadora Maria Jesus Nogueira Rodal (Mari) pela grande contribuição para minha formação profissional no sentido de busca do conhecimento, bem como os seus valiosos ensinamentos, conselhos e apoio que ela me concedeu durante esta jornada. Além de ser uma excelente orientadora a Professora Mari foi uma grande amiga neste período que estivemos juntos.

Não poderia deixar de agradecer a todos os companheiros e amigos estagiários e ex-estagiários do LAFIT e do LEVE que contribuíram direto ou indiretamente para realização deste trabalho, são eles: Luciana Maranhão, Airton de Deus, Carol Nunes, Iana Marcionila, Kleybiana Dantas, Henrique Silva, Keila Costa, Aurenívia, entre outros. Sou grato também a professora Ana Carolina Borges Lins e Silva (UFRPE) pela atenção nas horas que a procurei; e ao Professor Everardo V.S.B. Sampaio (UFPE) por todo apoio e conselhos na execução deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Botânica (PPGB) da UFRPE pelo apoio; e a todos os professores deste Programa, que passaram um pouco dos seus conhecimentos para nós, e desta forma contribuindo para nossa formação. De um modo geral, agradeço aos funcionários da UFRPE, que nos auxiliam nas questões burocráticas, em especial a João Paulo, Gibson, Betânia e Rinaldo; e aos motoristas que nos conduziram ao campo sempre com muita responsabilidade e companheirismo, como Jamesson, José Bonifácio, entre outros.

Agradeço também pelo companheirismo dos colegas que cursaram juntamente comigo várias disciplinas do PPGB, dividindo momentos alegres e de muito trabalho.

Não poderia deixar de agradecer ao Senhor Fábio Lafayete e a sua esposa, Leda, pelo apoio e permissão da coleta dos dados na sua propriedade. Somos gratos também aos caseiros da propriedade (RPPN Maurício Dantas), são eles: Seu Zé Rosa, Dona Lurdes, Maria, Beá, entre outros.

E finalmente, agradeço ao CNPq e a Capes pelo auxílio de bolsas ao longo deste trabalho.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ASBTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Padrões fenológicos em espécies da Caatinga.....	3
2.2 Respostas fenológicas de espécies arbóreas de florestas tropicais secas à sazonalidade climática.....	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
4. ARTIGO A SER ENVIADO A REVISTA A REVISTA BIOTROPICA.....	12
Abstract.....	14
Resumo.....	14
Introdução	16
Material e métodos.....	17
Resultados.....	20
DISCUSSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
5. NOTA CIENTÍFICA A SER ENVIADA A SER ENVIADA A REVISTA HOHENEIA.....	49
5. ANEXOS.....	59
Normas da Revista Biotropica.....	60
Normas da Revista Hoheneia.....	68

LISTA DE TABELAS

Fenologia de Espécies Lenhosas na Caatinga do Nordeste do Brasil

	Pág.
TABELA 1. Densidade de madeira, número de indivíduos (NI) monitorados por espécie, quantidade de água armazenada na madeira saturada e síndromes de dispersão de 19 espécies lenhosas observadas mensalmente, de agosto/2003 a julho/2006, em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil.....	38
TABELA 2. Correlação de Spearman (rs) entre as variáveis abióticas (precipitação e fotoperíodo) e as fenofases (brotamento, queda foliar, floração e frutificação) de 19 espécies lenhosas observadas mensalmente, de agosto/2003 a julho/2006, em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. Os valores em negrito indicam que houve correção significativa para a variável testada ($p < 0,05$).....	40

LISTA DE FIGURAS

Fenologia de Espécies Lenhosas na Caatinga do Nordeste do Brasil

	Pág.
FIGURA 1. Precipitação e fotoperíodo médios mensais do período de agosto/2003 a julho/2006 do município de Floresta, Pernambuco, Brasil.....	43
FIGURA 2. Número de espécies lenhosas em brotamento (linha contínua) e queda foliar (linha pontilhada) e proporção de folhas nas copas dos indivíduos lenhosos (área cinza) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil.....	44
FIGURA 3. Dados fenológicos de 19 espécies lenhosas observadas mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. Para cada espécie, as informações acima do eixo horizontal se referem à fenologia de folhas (linha contínua: brotamento; linha pontilhada: queda foliar; área cinza: porcentagem média de folhas na copa) e, abaixo do eixo horizontal, se referem à fenologia reprodutiva (linha pontilhada: floração; linha contínua: frutificação). Os gráficos abaixo indicam a precipitação (mm) média mensal (barras), e o fotoperíodo (horas) médio mensal (linha).....	45
FIGURA 4. Em A , número de espécies lenhosas em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua); e em B , número de espécies lenhosas em frutificação por síndromes de dispersão (autocoria = linha tracejada; anemocoria = linha pontilhada; zoocoria = linha contínua) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. As barras indicam a precipitação média mensal do período de observação fenológica.....	48

LISTA DE FIGURAS

Fenologia de Cinco Espécies de Cactaceae em Uma Área do Semi-Árido do Nordeste do Brasil

Figura 1. Em **A**, precipitação média mensal (barras) e número de espécies de Cactaceae em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua); e em **B**, proporção de indivíduos em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil..... 57

Figura 2. Proporção de indivíduos, por espécie, em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. A figura abaixo indica a precipitação média mensal para o período de observação fenológica..... 58

RESUMO: Em florestas tropicais secas, a precipitação é o principal fator que regula o comportamento fenológico das plantas, embora algumas espécies não respondam primariamente à chuva e sim à maior ou menor disponibilidade hídrica nos seus tecidos. Assim, plantas com baixa densidade de madeira armazenam mais água no caule, quando comparadas com as de alta densidade, e podem desencadear as fenofases na estação seca. Desta forma, objetivou-se com este trabalho verificar se existe relação entre a densidade básica da madeira e a fenologia de 19 espécies lenhosas (196 indivíduos) da caatinga e descrever a fenologia de cinco espécies (62 indivíduos) de cactáceas. Estas espécies foram observadas mensalmente (agosto/2003 a julho/2006), em uma área situada no município de Floresta, sertão pernambucano. A densidade básica da madeira (relação do peso seco pelo volume da madeira saturada de água) variou de $0,29\text{g/cm}^3$ a $0,83\text{g/m}^3$ e foi inversamente relacionada à quantidade de água armazenada na madeira. Assim, as seis espécies que iniciaram o brotamento, floração e/ou frutificação na estação seca (*Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Manihot* cf. *epruinosa*, *Cnidocolus bahianus*, *C. quercifolius* e *Amburana cearensis*) apresentaram baixa densidade de madeira e armazenaram grandes quantidades de água no caule (110 a 271% do seu peso seco). A queda foliar dessas espécies ocorreu antes das demais, ou seja, na transição do período chuvoso ao seco; e o brotamento foi positivamente relacionado com o fotoperíodo. Por outro lado, as espécies com alta densidade de madeira mostraram-se fortemente dependentes da precipitação no que se refere ao brotamento, floração e frutificação, enquanto que a queda foliar variou ao longo da estação seca. *Cereus jamacaru* e *Harrisia adscendens* floresceram logo com as primeiras chuvas no final da estação seca e frutificaram logo em seguida, enquanto que *Opuntia palmadora* sempre floresceu e frutificou no meio da estação seca. *Arrojadoa rhodantha* e *Pilosocereus gounellei* apresentaram maior proporção de indivíduos florescendo e frutificando na transição da estação seca para chuvosa. As espécies zoocóricas frutificaram no final da estação seca e início da chuvosa, as autocóricas na estação chuvosa e as anemocóricas na estação seca. Estes resultados confirmam a relação existente entre densidade de madeira e fenologia de espécies lenhosas da caatinga, embora a precipitação exerça forte influência na fenologia dessas espécies.

Palavras-chave: Caatinga, cactáceas, densidade básica da madeira, fenologia, sazonalidade, síndromes de dispersão.

ABSTRACT: In tropical dry forest, precipitation seems to be the main factor determining plant phenological behavior, although some species are not simply regulated by rainfall, but rather by the water status of plant tissues. Thus, plants with low wood densities store larger water supply in their trunks, when compared with the ones of high density, and therefore can exhibit phenophases during the dry season. We aimed at establishing a relationship between wood density of semi-arid tree species and their phenological cycles in an area of *caatinga* vegetation in northeastern Brazil. Monthly surveys (8/2003 to 7/2006) were made of the phenophases of leaf flush, leaf-fall, flowering and fruiting of 19 woody species (196 individuals) and six Cactaceae species (62 individuals). Basic density of the wood of studied species (ratio of dry weight to volume of the water-saturated wood) varied between 0.29g/cm^3 and 0.83g/cm^3 and these values were inversely related to the quantity of water stored in the wood. Six species (*Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*, *Manihot* cf. *epruinosa*, *Cnidocolus bahianus*, *C. quercifolius* and *Amburana cearensis*) that initiated leaf flush, flowering and/or fruiting during the dry season had low wood densities and were able to store large quantities of water in their trunks (110 to 271% of the dry weight of the wood). Leaf-fall in these low wood density species occurred at the transition period between the rainy and the dry season and, therefore, earlier than in species with denser wood. Leaf flush in these low wood density species was positively related with photoperiod. On the other hand, species with high wood densities were strongly dependent on rainfall for leaf flush, flowering, and fruiting, and as they are able to store only limited quantities of water in their trunks, leaf-fall in these species occurred during the dry season. The cactus species *Cereus jamacaru* and *Harrisia adscendens* flowered right after the first rains in the end of the dry season and started fruiting immediately afterwards, while *Opuntia palmadora* always showed flowering and fruiting during the dry season. *Arrojadoa rhodantha* and *Pilosocereus gounellei* had a greatest proportion of individuals flowering and fruiting during the transition between rainy and dry seasons. The peak of fruiting for the entire community always occurred during the rainy season. The zoochorous species had fruiting in the transition between rainy and dry seasons, autochorous species in the rain and anemochorous in the dry season. Results of this study point towards a strong relationship between wood density and phenology in the studied species, although the precipitation exerts strong influence in their phenology.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Lieth (1974), fenologia é o estudo da ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas. Estudos da fenologia de plantas são essenciais para o entendimento da dinâmica dos ecossistemas, uma vez que a época de disponibilidade de folhas, flores e frutos controlam a atividade dos animais (Frankie *et al.* 1974; Fournier 1976; Newstrom *et al.* 1994; Morellato 1995), principalmente em ambientes que apresentam estacionalidade climática (Bullock & Solís-Magallanes 1990). Portanto, a fenologia fornece informações que podem auxiliar na compreensão da dinâmica de um ecossistema (Lieth 1974).

Diversos e complexos são os fatores que controlam o comportamento fenológico de espécies vegetais. A ocorrência dos eventos fenológicos em ambientes sujeitos a uma forte estacionalidade de precipitação é determinada, principalmente, por esta sazonalidade (Morellato *et al.* 1989; Bullock & Solís-Magallanes 1990; Machado *et al.* 1997; Justiniano & Fredericksen 2000; Bulhão & Figueiredo 2002). Entretanto, outros estudos em florestas secas mostram que a ocorrência dos eventos fenológicos, em algumas espécies, não é determinada primariamente pela chuva e sim pela disponibilidade hídrica para a planta (Daubermire 1972; Reich & Borchert 1982; 1984; Borchert 1994; 1999; Borchert & Rivera 2001). Estes autores explicam que plantas com raízes profundas ou que armazenam água no caule ou nas próprias raízes podem apresentar padrões fenológicos independentes da precipitação. Neste caso, os padrões fenológicos podem ser induzidos devido a variações do fotoperíodo (Borchert & Rivera, 2001; Rivera & Borchert, 2001; Rivera *et al.*, 2002; e Borchert *et al.*, 2005). Portanto, em ambientes sazonalmente secos, pode-se encontrar diferentes padrões fenológicos para as espécies, determinados primariamente pela chuva ou não, dependendo da capacidade da planta obter ou armazenar água.

Muitas características morfológicas da planta podem ajudar a entender a questão de como a água é usada ou armazenada pela planta e, conseqüentemente, esclarecer certos padrões fenológicos encontrados em regiões tropicais (Holbrook *et al.* 1995). Dentre estas características pode-se destacar a espessura da cutícula e a textura da lâmina foliar; a profundidade e a biomassa das raízes e a densidade da madeira. Diversos trabalhos mostram que árvores com madeira mais densa são

mais sensíveis ao estresse hídrico e, conseqüentemente, perdem suas folhas à medida que o solo vai ficando mais seco (Borchert 1994; Holbrook *et al.* 1995; Singh & Kushwaha 2005). Espécies com esta característica são fortemente dependentes da precipitação, portanto, o brotamento e a floração ocorrem somente quando se inicia a chuva (Bullock & Solís-Magallanes 1990; Borchert 1994). Por outro lado, espécies com madeira menos densa, ou seja, que têm maior capacidade de armazenar água no caule, permanecem bem hidratadas durante a estação seca, apresentando brotamento e/ou floração no final desta estação, enquanto a queda foliar ocorre ainda na estação chuvosa ou logo no início da estação seca (Reich & Borchert 1984; Bullock & Solís-Magallanes 1990; Borchert 1994; Borchert & Rivera 2001; Barbosa *et al.* 2003).

Segundo Medina (1995), espécies com baixo peso específico de madeira, também chamadas de espécies lenhosas suculentas, são encontradas frequentemente em regiões tropicais secas. A esse respeito, Barbosa *et al.* (2003) observaram que na caatinga do nordeste do Brasil, região semi-árida com acentuada deficiência hídrica em parte do ano, encontram-se algumas espécies com caule suculento, como, por exemplo, *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae), *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae) e *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae), além das cactáceas.

Pouquíssimos são os trabalhos de fenologia realizados na caatinga. Entre os mais importantes destacam-se: o de Barbosa *et al.* (1989), realizado no Agreste de Pernambuco; o de Pereira *et al.* (1989), que estudaram espécies melíferas lenhosas e herbáceas, no Ceará; o de Machado *et al.* (1997), que avaliaram a fenologia de espécies lenhosas no sertão pernambucano; e o de Griz & Machado (2001), que estudaram a fenologia de frutificação e as síndromes de dispersão de espécies de diferentes hábitos, em uma região do agreste de Pernambuco. Estes trabalhos mostram uma estreita relação da fenologia das espécies com a precipitação, embora algumas espécies brotem folhas, floresçam e/ou frutifiquem na estação seca.

Para melhor compreender a fenologia de frutificação, é necessário conhecer, além da densidade de madeira, as síndromes de dispersão das espécies, uma vez que os diferentes modos de dispersão podem estar relacionados à fatores abióticos e bióticos (Griz & Machado, 2001).

De acordo com o que foi exposto, espera-se encontrar numa área de caatinga no sertão de Pernambuco, diferentes padrões fenológicos, variando conforme a

densidade de madeira. Assim, é esperado que espécies com baixo peso específico da madeira possam desencadear seus eventos fenológicos durante a estação seca, independente da precipitação, enquanto que as espécies com maior peso específico só apresentem seus eventos fenológicos na estação chuvosa. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os padrões fenológicos das espécies lenhosas e cactáceas em uma área de caatinga no sertão pernambucano e relacioná-los com a densidade da madeira, a precipitação e o fotoperíodo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nas últimas décadas, os estudos sobre fenologia realizados no Brasil têm aumentado consideravelmente (Morellato *et al.* 1989; Morellato 1995; Mikich & Silva, 2001; Morellato *et al.* 2000; Bulhão & Figueiredo 2002; Morellato 2003). Entretanto, poucos foram desenvolvidos na vegetação de caatinga (Barbosa *et al.* 1989; Pereira *et al.* 1989; Machado *et al.* 1997; Griz & Machado 2001).

2.1. Padrões fenológicos em espécies da caatinga - Os poucos trabalhos sobre fenologia realizados na região semi-árida do nordeste do Brasil procuram relacioná-la com a precipitação sazonal (Pereira *et al.* 1989; Machado *et al.* 1997), mas raramente avaliam outros fatores como umidade do solo, fotoperíodo ou a densidade da madeira. Segundo Borchert (1994), a densidade da madeira é um bom indicador da capacidade da planta de armazenar água e destaca que somente informações climáticas não são suficientes para explicar os padrões fenológicos em florestas sazonalmente secas.

Um dos primeiros trabalhos de fenologia com espécies da caatinga foi realizado por Pereira *et al.* (1989), que estudaram a fenologia de espécies melíferas lenhosas e herbáceas no Ceará. Verificaram que algumas espécies lenhosas floresceram na estação chuvosa e outras na estação seca, e que as herbáceas floresceram somente na estação chuvosa. Estes autores concluíram que a área de caatinga estudada apresentava disponibilidade de recursos florais o ano inteiro.

Na mesma época, Barbosa *et al.* (1989) mencionaram dois grupos fenológicos de espécies lenhosas numa área de caatinga: no primeiro, destacam-se espécies perenifólias, que mudam de folhas do início para o final da estação seca e têm floração na estação chuvosa; e no segundo, as espécies decíduas, divididas em

dois grupos: a) as que perdem folhas, brotam e florescem de imediato, no final da estação seca, e b) as que perdem folhas na estação seca e brotam e florescem na estação chuvosa.

Posteriormente, Machado *et al.* (1997) estudaram a fenologia de 19 espécies lenhosas numa área do sertão de Pernambuco e verificaram que a queda de folhas, o brotamento, a floração e a frutificação foi quase contínua na comunidade, embora com picos em períodos diferentes. O pico de brotamento precedeu a estação chuvosa, impulsionado pelas chuvas esporádicas, seguido do de floração, no início da estação chuvosa, e depois pelo de frutificação. A queda foliar foi mais pronunciada depois do período chuvoso.

Baseadas nos trabalhos acima mencionados e em outros com enfoque ecofisiológico, Barbosa *et al.* (2003) realizaram uma revisão de fenologia para as espécies lenhosas da caatinga. As autoras destacaram que das 28 espécies analisadas, cinco (18%) são perenifólias e 23 (82%) decíduas. Entre as decíduas, algumas se destacam por apresentar caule suculento, como por exemplo *Jatropha mollissima*, *Manihot cf. pseudonervosa* e *Commiphora leptophloeos*. Estas espécies brotam folhas e florescem durante a estação seca. Quanto à floração, de um modo geral, verificaram que 12 espécies (43%) florescem na estação chuvosa, 10 (36%) na estação seca e seis (21%) em ambas estações. Os frutos zoocóricos foram mais encontrados no período entre a estação seca e a chuvosa, os autocóricos na estação chuvosa e na transição da estação seca para chuvosa, e os anemocóricos foram mais freqüentes na estação seca. Neste trabalho, Barbosa *et al.* (2003) registraram que o número de espécies autocóricas foi superior (13) aos das zoocóricas (9) e anemocóricas (6).

Numa área mais úmida de caatinga, no Agreste de Pernambuco, Griz & Machado (2001) estudaram as síndromes de dispersão de 42 espécies de diferentes hábitos e constataram que as espécies zoocóricas e balísticas frutificaram mais frequentemente na estação chuvosa. As espécies com síndrome anemocórica e barocórica frutificaram, freqüentemente, na estação seca. Quanto ao número de espécies por síndrome de dispersão, verificaram a existência de 36% de espécies zoocóricas, seguidas pelas anemocóricas (33%), enquanto a balística e a barocoria somaram 31%. As autoras comentaram que a predominância de espécies zoocóricas pode estar mais relacionada a distribuição da precipitação ao longo do

ano do que a quantidade de chuva, comparando com outra área de caatinga do Sertão de Pernambuco estudada por Machado *et al.* (1997).

Baseados em amostras depositadas em herbário e a partir de cinco levantamentos florísticos e fitossociológicos para a caatinga pernambucana, Barbosa *et al.* (2002) estudaram as síndromes de dispersão de 45 espécies lenhosas da caatinga e verificaram a predominância de espécies autocóricas (46,66%) sobre as zoocóricas (26,67%) e anemocóricas (26,67%). Estes mesmos autores mencionaram, entretanto, que na região do Agreste houve predominância de espécies autocóricas (51,52%) e zoocóricas (33,33%), enquanto que no Sertão, as anemocóricas (50%) e autocóricas (41,67%) predominaram.

Recentemente, Rocha *et al.* (2004) estudaram as espécies vegetais e a estrutura do habitat em um campo de dunas arenosas no vale médio do rio São Francisco, enfatizando aspectos fenológicos das espécies. Os autores destacaram que eventos fenológicos (floração, frutificação e brotamento) ocorreram tanto na estação seca como na estação chuvosa, e que a caducifolia foi mais baixa que em outras áreas de caatinga. O padrão das síndromes de dispersão foi similar aquele observado na revisão de Barbosa *et al.* (2003), embora tenham destacado que a zoocoria foi a síndrome mais importante entre as fanerófitas.

2.2. Respostas fenológicas de espécies arbóreas de florestas tropicais secas à sazonalidade climática - Diversos trabalhos têm revelado que a ocorrência dos eventos fenológicos tende a ser sazonal, até mesmo em florestas tropicais úmidas (Fournier 1976; Talora & Morellato 2000), onde o desencadeamento dos eventos pode estar relacionado a outras variáveis climáticas, como variações do fotoperíodo e temperatura, ou ainda a interações bióticas, como presença de polinizadores, dispersores, herbívoros e predadores. Por outro lado, em florestas sazonalmente secas, a precipitação é o principal fator desencadeador dos eventos fenológicos, embora a literatura tenha registrado que plantas desses ambientes exibem diversas estratégias que favorecem a ocorrência de brotamento de folhas e floração durante a estação seca (Borchert 1994; Borchert & Rivera 2001; Pavón & Briones 2001; Barbosa *et al.* 2003). Dessa forma, para compreender o funcionamento desses ecossistemas, torna-se necessário o conhecimento dessas estratégias, sejam elas morfológicas, anatômicas ou funcionais e, conseqüentemente, entender os diversos padrões fenológicos observados nestes ambientes.

Vários trabalhos mostram que o desencadeamento dos eventos fenológicos em florestas tropicais secas é fortemente correlacionado com a variação sazonal no “status” hídrico da planta (Daubernmire 1972; Borchert 1980; Reich & Borchert 1982; Borchert 1994), e que este varia conforme a disponibilidade de água no sub-solo e uma gama de fatores bióticos, tais como, por exemplo, a estrutura e a longevidade foliar, a época de queda foliar, a profundidade e a densidade do sistema radicular, a densidade da madeira e a capacidade de armazenamento de água no caule (Borchert 1994).

Baseando-se no status hídrico da planta e na densidade da madeira, Borchert (1994) observou que árvores de florestas tropicais secas com madeira mais densa dessecam fortemente, perdendo as folhas e permanecendo com baixa atividade metabólica durante a estação seca, e, com o início das chuvas, brotam folhas sincronicamente. Por outro lado, observou ainda que árvores de madeira menos densa têm alta capacidade de armazenar água no caule e perdem folhas logo no início da estação seca, tendendo a produzir folhas novas no final daquela estação.

A percepção das estratégias acima citadas levou Borchert & Rivera (2001) a levantar a seguinte questão: por que as árvores de florestas tropicais secas que têm a madeira menos densa e armazenam grande quantidade de água no caule não brotam folhas logo após a queda foliar, já que os ramos estão bem hidratados, ou mesmo quando estas árvores são irrigadas? Para responder a essa questão, Borchert & Rivera (2001) conduziram um estudo com espécies arbóreas de caules suculentos (densidade da madeira menos densa) e constataram que estas plantas desencadearam o brotamento em função do aumento do comprimento dia. Verificaram ainda que essas plantas permaneciam inativas do início para o meio da estação seca, até mesmo quando eram irrigadas. Dessa forma, concluíram que a disponibilidade de água não estava determinando a ocorrência do brotamento, e que a variação sazonal no fotoperíodo era o fator que determinava a ocorrência das fenofases vegetativas, visto que estas fenofases ocorriam sincronicamente nas populações, até mesmo em regiões de baixa latitude (7°), onde a variação no fotoperíodo é menor do que uma hora.

Pavón & Briones (2001) avaliaram os padrões fenológicos de plantas perenes no semi-árido mexicano e confirmaram a hipótese de que a coexistência de espécies em zonas áridas se dá devido as diferenças nas utilizações do recurso (água). Encontraram diversos padrões fenológicos, como floração e frutificação antes,

durante ou depois da estação chuvosa. Relacionaram estes padrões com as formas de vida das espécies, com a profundidade do sistema radicular e com a suculência do caule. Como resultado obtiveram alta sobreposição das fenofases reprodutivas entre as espécies que apresentam a mesma forma de vida.

Um importante trabalho de fenologia desenvolvido por Bullock & Solís-Magallanes (1990) em uma floresta tropical decídua no México, revelou que quase todas as espécies arbóreas (108) apresentaram acentuada queda foliar durante a estação seca. Devido à perda gradual de folhas na maioria das espécies, sugeriram a existência de uma grande variação inter e intraespecífica ao longo da estação seca. Todavia, observaram que o brotamento foi sincrônico em quase todas as espécies, logo após o início das chuvas, exceto em algumas espécies com baixa densidade da madeira, que produziram folhas e floresceram durante a estação seca. A maioria das espécies respondeu à chuva, embora outras tenham sido limitadas pelo fotoperíodo. A reprodução foi anual em muitas populações e os intervalos sub- anuais foram relacionados a chuvas esporádicas.

Lampe & Guevara (1992) estudaram os padrões de floração e frutificação em uma floresta tropical semidecídua no nordeste da Venezuela e verificaram que a floração de árvores e arbustos altos tinha início no final da estação seca, devido a chuvas esporádicas, e se estendia até a estação chuvosa, onde a floração era mais acentuada. Observaram que os arbustos baixos floresciam um ou dois meses após a primeira chuva e que a flutuação da abundância de frutos esteve relacionada principalmente com uma grande quantidade de frutos secos e leves durante a estação seca, enquanto os carnosos e secos pesados foram produzidos mais ou menos continuamente durante o ano, embora tenha sido mais abundantes na estação chuvosa. Para aqueles autores, os padrões de frutificação sugerem uma adaptação para favorecer a dispersão das sementes pelo vento durante a estação seca, enquanto as plantas estão sem folhas, e para a manutenção de populações de animais como agentes dispersores durante o ano.

Padrão de frutificação semelhante ao anterior foi registrado por Wikander (1984) em uma floresta decídua na Venezuela, que destacou a produção de frutos anemocóricos na estação seca e os carnosos na estação chuvosa. As espécies com frutos anemocóricos predominaram na floresta (42%), seguidos pelos zoocóricos (38%) e os autocóricos e barocóricos (soma de 28%). A abundância destes mecanismos de dispersão variou de acordo com o estrato da floresta, sendo a

anemocoria predominante no estrato superior e a zoocoria no inferior, enquanto que a autocoria e a barocoria parecem não estar relacionadas com a estratificação.

De acordo com o que foi visto, este trabalho contribui para o entendimento da fenologia de espécies da caatinga, dando um novo enfoque ao abordar a densidade de madeira e capacidade de armazenamento de água no caule, além da precipitação e o fotoperíodo na avaliação dos padrões fenológicos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, D.C.A.; Alves, J.L.H.; Prazeres, S.M. & Paiva, A.M.A. 1989. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha – PE). **Acta Botanica Brasílica 3**: 109-117.
- Barbosa, D.C.A.; Silva, P.G.G. & Barbosa, M.C.A. 2002. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. Pp. 609-621. In: M. Tabarelli & J.M. Silva (eds.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**, vol. 2. SECTMA e Editora Massagana, Recife.
- Barbosa, D.C.A.; Barbosa, M.C.A.; Lima, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. Pp. 657-693. In: I.R. Leal; M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife, UFPE.
- Borchert, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology 65**(5): 1065-1074.
- Borchert, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology 75**(5): 1437-1449.
- Borchert, R. 1999. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. **Iawa Jornal 20**(3): 239-247.
- Borchert, R. & Rivera, G. 2001. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. **Tree Physiology 21**: 213-221.
- Borchert, R.; Renner, S.S.; Calle, Z.; Vavarrete, D.; Tye, A.; Gautier, L.; Spichiger, R. & Hildebrand, P. 2005. Photoperiodic induction of synchronous flowering near the Equador. **Nature 433**: 627-629.
- Bulhão C.F. & Figueiredo, P.S. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica 25**(3): 361-369.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

- Bullock, S.H. & Solís-Magallanes, J.A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. **Biotropica** **22**(1): 22-35.
- Daubernmire, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology** **60**(1): 147-170.
- Fournier, L.A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **Turrialba** **26**: 54-59.
- Frankie, G.W, Baker, H.G. & Opler, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** **62**: 881-913.
- Griz, L.M.S. & Machado, I.C.S. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **17**: 303-321.
- Holbrook, N.M.; Whitbeck, J.L. & Mooney, H.A. 1995. Drought responses of neotropical dry forest trees. Pp. 243-276. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Justiniano, J.M. & Fredericksen, T.S. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Biotropica** **32**(2): 276-281.
- Lampe, M.G.; Bergeron, Y.; Mcneil, R. & Leduc, A. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. **Biotropica** **24**(1): 64-76.
- Lieth, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Pp.3-19. In: H. Lieth (ed.). **Phenology and seasonality modeling**. **Ecological Studies** **8**. Berlin: Springer-Verag.
- Machado, I.C.S.; Barros, L.M. & Sampaio, E.V.S.B. 1997. Phenology of caatinga at Serra Talhada, PE, northeastern Brasil. **Biotropica** **29**(1): 57-68.
- Medina, E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forest. Pp. 221-242. In: S.H. Bullock; H.A. Mooney & E. Medina (eds.) **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mikich, S.B. & Silva, S.M. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** **15**(1): 89-113.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

- Morellato, L.P.C.; Leitão-Filho, H.F.; Rodrigues, R.R. & Joly, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 85-98.
- Morellato, L.P.C. 1995. As estações do ano na floresta. Pp. 37-41. In: L.P.C. Morellato & H.F. Leitão-Filho (orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**. Campinas, Editora da UNICAMP.
- Morellato, L.P.C.; Talora, D.C.; Takahasi, A.; Bencke, C.S.C., Romera, E.C. & Zipparro, V. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. **Biotropica** 32: 811-823.
- Morellato, L.P.C. 2003. Phenological data, networks, and research: South America. Pp. 75-92. In: M. D. Schwartz. (org.). **Phenology: An Integrative Environmental Science**. 1 ed. Dordrecht.
- Newstrom, L.E. & Frankie, G.W. 1994. New classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** 26(2): 141-159.
- Pavón, N.P. & Briones, O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **Journal of Arid Environments** 49: 265-277.
- Pereira, R.M.A; Araújo Filho, J.A.; Lima, R.V.; Paulho, F.D.G.; Lima, A.O.N. & Araújo, Z.B. 1989. Estudo fenológico de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciência Agrônômica** 20(1/2): 11-20.
- Reich, P.B. & Borchert, R. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology** 63(2): 294-299.
- Reich, P.B. & Borchert, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** 72: 61-74.
- Rivera, G. & Borchert, R. 2001. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium collections. **Tree Physiology** 21: 201-212.
- Rivera, G.; Elliott, S.; Caldas, L.S.; Nicolssi, G.; Coradin, V.T.R. & Borchert, R. 2002. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. **Trends in Ecology and Evolution** 16: 445-456.
- Rocha, P.L.B.; Queiroz, L.P. & Pirani, J.R. 2004. Plant species and habitat structure in sand field in the Brazilian caatinga: a homogeneous habitat harbouring an endemic biota. **Revista Brasileira de Botânica** 27(4): 739-755.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

Sampaio, V.E.S.B. 1995. Overview of the brazilian caatinga. Pp. 35-63. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. (eds.) **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press.

Singh, K.P. & Kushwaha, C.P. 2005. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. **Current Science** **89**(6): 964-975.

Talora, D.C. & Morellato, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(1): Pp.13-26.

Wikander, T. 1984. Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decidua en Venezuela. **Biotropica** **16**(4): 276-283.

4. ARTIGO A SER ENVIADO À REVISTA BIOTROPICA

Fenologia de Espécies Lenhosas na Caatinga do Nordeste do Brasil¹

André Luiz Alves de Lima^{2,3}, Maria Jesus Nogueira Rodal²

²Departamento de Biologia/Área Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, cep: 52171-900. Dois Irmãos, Recife, Pernambuco-Brasil.

³ Autor para correspondência: triunfoalal@yahoo.com.br

¹ Recebido: revisão aceita:

ABSTRACT

We sought to establish a relationship between the wood density of semi-arid plant species and their phenological cycles in an area of *caatinga* vegetation in northeastern Brazil. Monthly surveys (8/2003 to 7/2006) of the phenophases of leaf flush, leaf-fall, flowering and fruiting of 19 woody species (196 individuals) were made. The basic density of the wood (ratio of the dry weight to the volume of the water-saturated wood) varied between 0.29g/cm^3 and 0.83g/cm^3 and these values were inversely related to the quantity of water stored in the wood. The six species that initiated leaf flush, flowering and/or fruiting during the dry season had low wood densities and were able to store large quantities of water in their trunks (110 to 271% of the dry weight of the wood). Leaf-fall in these low wood density species occurred at the transition period between the rainy and the dry seasons and, therefore, earlier than in species with denser wood. Leaf flush in these low wood density species was positively related with photoperiod. On the other hand, species with high wood densities were strongly dependent on rainfall for leaf flush, flowering, and fruiting, indicating that they are able to store only limited quantities of water in their trunks; leaf-fall in these species occurred during the dry season. The peak of fruiting for the entire community always occurred during the rainy season. The results of this study point to a strong relationship between wood density and phenology in the species studied, beyond presenting correlation with the precipitation and fotoperíodo.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho verificar se existe relação entre a densidade básica da madeira e a fenologia das espécies lenhosas de uma área de *caatinga*, região semi-árida do nordeste do Brasil. Foram registradas mensalmente (agosto/2003 a julho/2006) as fenofases de brotamento, queda foliar, floração e frutificação de 19 espécies lenhosas (196 indivíduos). A

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

densidade básica da madeira (relação do peso seco pelo volume da madeira saturada de água) variou de $0,29\text{g/cm}^3$ a $0,83\text{g/m}^3$ e foi inversamente relacionada à quantidade de água armazenada na madeira. Assim, as seis espécies que iniciaram o brotamento, floração e/ou frutificação na estação seca apresentaram baixa densidade de madeira e armazenaram grandes quantidades de água no caule (110 a 271% do seu peso seco). A queda foliar dessas espécies ocorreu antes das demais, ou seja, na transição do período chuvoso ao seco. O brotamento daquelas espécies foi positivamente relacionado ao fotoperíodo. Por outro lado, as espécies com alta densidade de madeira mostraram-se fortemente dependentes da precipitação no que diz respeito ao brotamento, floração e frutificação, podendo indicar que armazenam pouca água no caule. A queda foliar destas espécies ocorreu ao longo da estação seca. O pico de frutificação na comunidade sempre ocorreu no período chuvoso. Os resultados deste trabalho indicam que existe uma relação entre a densidade de madeira e a fenologia das espécies estudadas, além de apresentar correlação com a precipitação e o fotoperíodo.

Key words: dry forest; flowering; fruiting; leaf flush; photoperiod; seasonality; semi-arid, wood density.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

Diversos e complexos são os fatores que controlam o comportamento fenológico das espécies vegetais de florestas tropicais secas (Holbrook *et al.* 1995). Vários autores têm destacado que a fenologia de árvores destas florestas é determinada, principalmente, pela precipitação (Bullock & Solís-Magallanes 1990, Machado *et al.* 1997, Justiniano & Fredericksen 2000). Entretanto, outros estudos em florestas secas apontam que a ocorrência dos eventos fenológicos, em algumas espécies, não é determinada primariamente pela chuva e sim pelo status hídrico da planta (Daubernmire 1972; Reich & Borchert 1982, 1984; Borchert 1994, 1999; Borchert & Rivera 2001), ou seja, a quantidade de água acumulada nos tecidos. Assim, plantas com raízes profundas ou que armazenam água no caule ou nas próprias raízes podem apresentar padrões fenológicos independentes da precipitação.

Segundo Borchert (1994), a densidade da madeira é inversamente proporcional à capacidade de armazenamento de água na planta. Assim, plantas que armazenam água nos seus tecidos podem desencadear o brotamento, floração e/ou frutificação durante a estação seca, enquanto as de alta densidade de madeira só desencadeiam aquelas fenofases quando têm água disponível no solo (Borchert 1994, Holbrook *et al.* 1995, Borchert & Rivera 2001, Borchert *et al.* 2002, Chapotin *et al.* 2006).

A literatura reporta que o brotamento e a floração de espécies lenhosas de florestas tropicais secas com baixa densidade de madeira podem ser induzidos por variações do fotoperíodo, até mesmo em regiões próximas ao equador (Borchert & Rivera 2001, Rivera & Borchert 2001, Rivera *et al.* 2002, Borchert *et al.* 2005). Estes autores apontam alguns critérios para evidenciar tal controle: alta sincronia intra-específica na ocorrência da fenofase; baixa variabilidade inter-anual na época de ocorrência da fenofase e brotamento desencadeado devido ao aumento do fotoperíodo e não pela chuva.

Na região semi-árida do nordeste do Brasil encontra-se uma vegetação arbustivo-arbórea, conhecida como caatinga, que experimenta uma longa estação seca, de seis a nove

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

meses (Sampaio 1995). Pouco se conhece sobre a fenologia das espécies lenhosas daquela região (Barbosa *et al.* 1989, Pereira *et al.* 1989, Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001). Estes autores apontam a precipitação como o principal fator regulador do comportamento fenológico das espécies, embora relatem que algumas brotam e florescem na estação seca. Para que isto ocorra deve existir algum mecanismo pelo qual as plantas tenham acesso à água ou que consigam armazená-la nos seus tecidos, de acordo com a densidade da madeira. Desta forma, acredita-se que as espécies lenhosas da caatinga com alta densidade de madeira brotem e floresçam somente quando houver água disponível no solo (quando chover), e aquelas com baixa densidade de madeira possam desencadear essas fenofases na estação seca, utilizando a água armazenada nos seus tecidos.

Para a caatinga, não existem trabalhos que abordem a relação entre densidade de madeira e fenologia. Portanto, neste trabalho, procurou-se responder as seguintes questões: existe alguma relação entre a densidade da madeira e a fenologia das espécies lenhosas da caatinga? Qual o fator abiótico (precipitação ou fotoperíodo) está relacionado a cada fenofase? Para responder a estas questões foram avaliados os padrões fenológicos das espécies lenhosas em uma área de caatinga no nordeste do Brasil, relacionando-os com a densidade da madeira, a precipitação e o fotoperíodo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo – O trabalho foi desenvolvido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Maurício Dantas, que abrange 1.485 ha e localiza-se nos municípios de Betânia e Floresta, Pernambuco (8°18'43''S e 38°11'45''W), a uma altitude de 500 m. O clima local é quente e seco BSh'w (Köppen), com precipitação média anual de 511 mm e temperatura média mensal entre 22,8 e 26,5°C (CONDEPE 2002), sendo a distribuição da precipitação bastante irregular ano a ano (Sampaio 1995).

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

A fisionomia da vegetação caracteriza-se por uma grande densidade de plantas de pequeno diâmetro ao nível do solo (3 a 6 cm). A altura média dos indivíduos varia de 2,36 m a 12 m, de alguns poucos indivíduos (Costa 2004). As espécies estruturalmente mais importantes na área, segundo Costa (2004), são *Caesalpinia gardneriana* (Caesalpiaceae), *Cnidocolus bahianus*, *C. quercifolius*, *Croton rhamnifolioides*, *C. sonderianus*, *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae) e *Aspidosperma pyrifolium* (Apocynaceae).

Coleta e Análise de Dados Fenológicos – Durante 36 meses consecutivos (agosto/2003 a julho/2006) realizou-se a coleta mensal de dados de todas as espécies lenhosas (19 espécies) presentes em uma área de 100 x 100 m. Para cada espécie, selecionaram-se de 1 a 20 indivíduos com diâmetro do caule ao nível do solo ≥ 3 cm, totalizando 196 indivíduos (Tabela 1). Os nomes das espécies são apresentados na Tabela 1 e ao longo do texto são mencionados apenas pelo nome do gênero, exceto no caso de espécies do mesmo gênero.

Foi observada a presença ou ausência das fenofases de brotamento e queda de folhas, floração e frutificação. A floração incluiu a produção de botão floral e a antese da flor, e a frutificação incluiu a formação de frutos visíveis até estarem maduros e prontos para serem dispersos (Bullock & Solís-Magallanes 1990, Machado *et al.* 1997). A duração da floração ou frutificação de uma espécie correspondeu ao período quando o primeiro ao último indivíduo apresentaram a fenofase (Silberbauer-Gottsberger 2001).

As síndromes de dispersão (autocóricas, zoocóricas e anemocóricas) foram determinadas de acordo com os critérios morfológicos propostos por Pijl (1982). Para espécies que não frutificaram, a determinação de suas síndromes foi baseada em amostras provenientes da mesma área de estudo e depositadas no herbário Professor Vascelos Sobrinho (PEUFR) da UFRPE, ou literatura especializada.

Os padrões de floração e frutificação foram determinados segundo a classificação proposta por Newstrom *et al.* (1994). Desta forma, uma fenofase foi classificada em anual quando apresentou um ciclo por ano, ou seja, ocorrência da fenofase uma vez no ano; supra-anual, um ciclo em mais de um ano.

A relação das fenofases com os dados de precipitação (disponíveis em: www.cptec.inpe.br/proclima/) e fotoperíodo (Lammi 2005) foi analisada estatisticamente (nível de $p = 0,05$) através da correlação de Spearman (Zar 1996). A análise estatística só foi realizada com as espécies com pelo menos dois indivíduos.

A proporção de folhas na copa de uma planta foi estimada com base no método proposto por Borchert *et al.* (2002), os quais atribuíram valores, numa escala de 0 a 3, para a quantidade de folhas na copa da planta, sendo 0 = ausência de folha, 1 = poucas folhas (< 33%), 2 = muitas folhas (33 a 66%) e 3 = folhas abundantes (> 66%). A porcentagem de folhas de uma espécie foi calculada com a seguinte fórmula: $100 (\Sigma \text{“scores”}) / \text{“score”}$ máximo, ou seja, somatório dos “scores” (0, 1, 2 ou 3) dos indivíduos de uma população de plantas multiplicado por 100 e dividido pelo valor máximo possível se todos os indivíduos da referida população apresentassem folhas abundantes (“score” = 3). O período sem folhas para cada espécie foi calculado como a duração média dos indivíduos sem folhas (Kushwaha & Singh 2005).

Uma espécie foi considerada decídua quando seus indivíduos perderam totalmente suas folhas por pelo menos um mês (Williams *et al.* 1997). Com base nesta metodologia, as espécies decíduas foram ainda classificadas em decíduas de alta densidade de madeira e decíduas de baixa densidade de madeira (Borchert *et al.* 2002). Uma espécie foi considerada perenifólia quando as folhas permaneciam na planta tanto na estação seca quanto na chuvosa (Barbosa *et al.* 1989).

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

Densidade básica da madeira - Para verificar a densidade básica da madeira foram escolhidos, fora do hectare, três indivíduos adultos de cada espécie e coletadas dos ramos peças ou “discos amostrais” (casa + alburno + cerne) (Barbosa & Ferreira 2004), de 2 cm de comprimento e 12,33 cm ($\pm 1,84$) de circunferência média. Cada peça foi saturada em água durante três dias, depois pesada ($M_{\text{sat.}}$), em seguida seca em estufa até peso constante (MS) (Trugilho *et al.* 1990) e assim calcularam-se as seguintes variáveis: densidade da madeira ($D.g/cm^3$) = MS/volume; e quantidade de água saturada, ($QA_{\text{sat.}}\%$) = $100 (M_{\text{sat.}} - MS)/MS$. $QA_{\text{sat.}}$ representa a quantidade potencial de água suportada pela madeira, e conseqüentemente é uma medida da capacidade de armazenamento de água da madeira (Borchert 1994). Os dados de densidade básica e quantidade de água armazenada na madeira de cada espécie foram calculados a partir da média dos valores obtidos para os indivíduos de uma espécie.

RESULTADOS

Brotamento – A maior produção de folhas no conjunto de todas as espécies foi fortemente influenciada pela precipitação ($r_s = 0,53$; $p < 0,01$), ocorrendo logo após o início da chuva (Figs. 1 e 2), embora, sempre houvesse alguma espécie brotando folhas durante todo o período de estudo. O pico de brotamento para todas as plantas analisadas sempre coincidiu com a maior precipitação mensal após o período seco de cada ano, como foi registrado em janeiro de 2004 e fevereiro e dezembro de 2005 (Fig. 1 e 2). Das 19 espécies estudadas, 13 apresentaram brotamento significativamente relacionado com a precipitação, sete com o fotoperíodo e três tanto com a precipitação quanto com o fotoperíodo (Tabela 2).

Apesar da forte influência da precipitação no brotamento de folhas, nove espécies (*Amburana cearensis*, *Capparis flexuosa*, *C. bahianus*, *C. quercifolius*, *Commiphora leptophloeos*, *J. mollissima*, *Manihot cf. epruinosa*, *Mimosa tenuiflora*, *Schinopsis brasiliensis*) iniciaram o brotamento durante a estação seca (Fig. 3) e a maioria apresentou

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

correlação positiva com o fotoperíodo (Tabela 2). Dentre estas, *C. bahianus*, *C. quercifolius* e *J. mollissima* brotaram pequenas folhas na estação seca, que só atingiram a expansão máxima da lâmina durante a estação chuvosa.

A duração média do brotamento de todas as espécies foi de quatro meses ($\pm 1,48$), enquanto que a duração do brotamento de cada espécie variou de dois a sete meses (Fig. 3). Além disso, *C. bahianus* e *J. mollissima* apresentaram brotamento contínuo com breves intervalos, e *M. tenuiflora* e *S. brasiliensis* apresentaram padrão contínuo em um ano e no outro não.

Com relação à sincronia inter-específica, foram identificados dois grupos de espécies: 1) as que brotaram sincronicamente no início da estação chuvosa, embora variando de ano para ano, em consequência da chuva irregular (*Anadenanthera colubrina*, *A. pyrifolium*, *B. cheilantha*, *C. gardneriana*, *C. ramnifolioides*, *C. sonderianus*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Myracrodruon urundeuva*, *Piptadenia stipulacea*, *Senna macranthera*); e 2) as que iniciaram o brotamento no final da estação seca, prolongando-se até o início da estação chuvosa (*A. cearensis*, *C. leptophloeos*, *J. mollissima*, *M. cf. epruinosa*, *C. flexuosa*, *C. bahianus*, *C. quercifolius*, *M. tenuiflora* e *S. brasiliensis*). Dentre essas espécies, vale ressaltar que o início do brotamento de algumas (*A. cearensis*, *C. leptophloeos*, *J. mollissima*, *M. cf. epruinosa*) sempre ocorreu entre os meses de outubro a dezembro, enquanto que o período de brotamento de outras (*C. flexuosa*, *C. bahianus*, *C. quercifolius*, *M. tenuiflora* e *S. brasiliensis*) variou de um ano para outro (Fig. 3).

Queda Foliar – Dentre as 19 espécies analisadas, 18 apresentaram comportamento foliar decíduo e apenas uma (*C. flexuosa*) perenifólio (Fig. 3). A maior atividade de queda foliar em todas as plantas analisadas conjuntamente foi registrada logo após o término do período de chuvas (Figs. 1 e 2). Os maiores picos registrados nesta fenofase ocorreram em abril/2004,

julho/2005 e maio/2006. Desta forma, o número de espécies em queda foliar foi negativamente relacionado com a precipitação ($r_s = -0,64$; $p < 0,01$). Analisando-se as espécies individualmente, observou-se que, das 19 espécies, 14 apresentaram correlação significativa negativa com a precipitação (Tabela 2).

As espécies decíduas apresentaram diferenças na época de queda foliar. Algumas iniciaram a queda foliar ainda no final da estação chuvosa (*C. leptophloeos*, *C. bahianus*, *C. quercifolius*, *J. mollissima* e *M. cf. epruinosa*) e outras só perderam as folhas em plena estação seca (*Aspidosperma pyrifolium*, *B. cheilantha*, *C. gardneriana*, *C. ramnifolioides*, *C. sonderianus*, *M. opthalmocentra*, *M. tenuiflora*, *M. urundeuva*, *P. stipulacea*, *S. brasiliensis* e *S. macranthera*) (Fig. 3).

A duração média do período de queda foliar das espécies não variou de um ano para outro ($\chi^2 = 23,71$; $p = 0,07$) (Zar 1996). No primeiro ano, foi de 4,6 meses ($\pm 1,6$) e no segundo ano foi de 4,8 meses ($\pm 2,5$). A espécie que apresentou menor período de queda foliar (1,5 meses) foi *A. cearensis*, e as de maior duração foram *Bauhinia cheilantha*, *C. quercifolius* e *C. ramnifolioides*, com cerca de sete meses cada uma (Fig. 3).

O período sem folhas só foi estimado na segunda e terceira estações secas. Nestas duas estações, a duração média do período sem folhas foi muito variável entre as espécies e entre as estações, variando conforme a distribuição da precipitação em cada ano. A duração média do período sem folhas de todas as espécies decíduas foi quase três vezes maior (5,8 meses; $\pm 1,64$), na segunda estação seca do que na terceira estação seca (2,1 meses; $\pm 1,21$) (Fig. 2), portanto, estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). Entre as espécies, o período sem folhas na segunda estação seca variou de 2,4 meses (*C. bahianus*) a 9,1 meses (*M. cf. epruinosa*), enquanto que na terceira estação seca, o período sem folhas variou de 0 mês (*S. macranthera*) a 4,6 meses (*M. cf. epruinosa*) (Fig. 3).

A variabilidade no período sem folhas também foi alta numa mesma espécie de um ano para outro. Algumas espécies (*A. colubrina*, *A. pyrifolium*, *B. cheilantha*, *C. gardneriana*, *C. rhamnifolioides*, *C. sonderianus*, *M. ophthalmocentra*, *M. tenuiflora*, *M. urundeuva*, *P. stipulacea* e *S. macranthera*) apresentaram, na segunda estação seca, um período médio sem folhas de 6,3 meses ($\pm 0,7$), enquanto que na terceira estação seca foi de 1,5 meses ($\pm 0,9$) (Fig. 3).

Floração – Das 19 espécies estudadas três (16%) não floresceram, possivelmente, porque florescem em intervalos de tempo superior ao deste estudo; nove (4%) apresentaram padrão anual e sete (37%) padrão supra-anual (Fig. 3).

A floração foi positivamente relacionada com a precipitação ($r_s = 0,36$; $p = 0,03$), destacando-se os meses de dezembro a março como os de maiores picos (Fig. 4A). Depois deste período, houve um decréscimo abrupto no número de espécies em floração, sendo que no mês de maio dos dois primeiros anos e no mês de junho do terceiro ano nenhuma espécie floresceu. Apesar dessa forte sazonalidade, algumas espécies (*C. bahianus*, *C. quercifolius*, *C. leptophloeos*, *J. mollissima*) floresceram no final do período seco (Fig. 3).

A duração média da floração de todas as espécies foi de 1,9 meses ($\pm 2,5$), embora tenha variado entre as espécies. A maioria das espécies (68%) apresentou período de um a três meses de floração, enquanto que *J. mollissima*, *C. bahianus* e *C. quercifolius* apresentaram períodos de 5 a 11 meses (Fig. 3).

Das 16 espécies que floresceram, onze produziram flores somente na estação chuvosa (*A. pyrifolium*, *B. cheilantha*, *C. gardneriana*, *C. flexuosa*, *C. rhamnifolioides*, *C. sonderianus*, *M. cf. epruinosa*, *M. ophthalmocentra*, *M. tenuiflora*, *P. stipulacea* e *S. macranthera*), três no final da estação seca para o início da chuvosa (*C. bahianus*, *C. quercifolius*, *J. mollissima*) e duas somente na estação seca (*C. leptophloeos*, *M. urundeuva*) (Fig. 3).

Apesar da forte sazonalidade da precipitação, apenas cinco espécies que floresceram apresentaram correlação positiva com aquela variável (Tabela 2). O aumento do fotoperíodo foi estatisticamente relacionado com a floração de quatro espécies (Tabela 2).

Frutificação – Entre as 19 espécies estudadas quatro (21%) não frutificaram, nove (47%) apresentaram padrão supra-anual e seis (32%) padrão anual (Fig. 3). Dentre as que apresentou padrão supra-anual, *C. flexuosa*, *C. rhamnifolioides*, *C. sonderianus* e *S. macranthera*, floresceram mas não frutificaram em algum período, além de *M. urundeuva* que floresceu mas não frutificou nenhuma vez.

O período de maior atividade de frutificação nas espécies sempre ocorreu no início da estação chuvosa (Fig. 4A) e apresentou correlação significativa positiva com a precipitação ($r_s = 0,38$; $p = 0,02$). No primeiro ano de estudo, o maior número de espécies em frutificação ocorreu no mês de fevereiro de 2004 e nos dois anos seguintes ocorreu no mês de abril. Depois deste período houve uma redução no número de espécies em frutificação, sendo que nos meses de outubro e novembro foi registrado o menor número de espécies (Fig. 4A).

A maioria das espécies começou a frutificar a partir do início da estação chuvosa, embora a frutificação de *C. bahianus* e *C. leptophloeos* tenha-se iniciado no final da estação seca, estendendo-se ao período chuvoso (Fig. 3). Apesar da maioria das espécies frutificarem no período chuvoso, apenas quatro espécies apresentaram frutificação estatisticamente relacionada com a precipitação (*C. bahianus*, *C. quercifolius*, *C. leptophloeos*, *J. mollissima*) (Tabela 2).

A duração do período de frutificação no conjunto de todas as espécies foi de 2,3 meses ($\pm 2,7$), sendo que cinco espécies (*A. pyrifolium*, *B. cheilantha*, *C. flexuosa*, *M. ophthalmocentra*, *S. macranthera*) apresentaram um curto período de frutificação, de um a dois meses, e as demais (*M. cf. epruinosa*, *C. leptophloeos*, *C. rhamnifolioides*, *C. sonderianus*, *C.*

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

gardneriana, *J. mollissima*, *C. quercifolius*, *C. bahianus*, *M. tenuiflora*, *P. stipulacea*) períodos acima de três meses, chegando até nove meses, como foi o caso de *C. bahianus* (Fig. 3).

A partir das coletas realizadas em campo juntamente com o material já depositado no Herbário PEUFR e de literatura especializada foi possível verificar que 13 espécies (68%) são autocóricas, quatro (22%) anemocóricas e duas (10%) zoocóricas (Tabela 1). Dentre as anemocóricas apenas *A. pyriformium* apresentou frutos na estação seca e as demais não frutificaram. A zoocórica *C. leptophloeos* frutificou na transição da estação seca para a chuvosa e *C. flexuosa* frutificou apenas uma vez em abril/2006, na estação chuvosa. As autocóricas sempre apresentaram pico de frutificação logo após as maiores chuvas (Fig. 4B).

Densidade Básica da Madeira – Das 19 espécies estudadas foi possível determinar a densidade básica da madeira de 18 (Tabela 1), já que só foram encontradas duas plantas de *S. macranthera* na área (as marcadas para estudo) e o corte de galhos destas plantas poderia interferir nas fenofases.

A densidade básica média por espécie variou de 0,29g/cm³ (*J. mollissima*) a 0,83 g/cm³ (*M. ophthalmocentra*). As espécies com menor densidade da madeira podiam armazenar maiores quantidades de água no caule e vice-versa ($r_s = -0,96$; $p < 0,01$). Este fato é notável, principalmente, em *J. mollissima*, *C. leptophloeos*, *M. cf. epruinosa*, *C. bahianus*, *C. quercifolius*, *A. cearensis* que armazenam grandes quantidades de água no caule, acima de 110 por cento do seu peso seco (Tabela 1). A quantidade de água saturada na madeira variou de 47 por cento do peso seco, como foi registrado em *M. ophthalmocentra*, a mais de 260 por cento do peso seco, como foi verificado em *J. mollissima* e *C. leptophloeos*. Estes resultados indicam que a quantidade de água armazenada é inversamente proporcional a sua densidade básica da madeira.

DISCUSSÃO

Brotamento – A maior atividade de brotamento ocorreu após o início das chuvas, assim como se tem registrado em outras áreas de caatinga (Barbosa *et al.* 1989, Machado *et al.* 1997) e florestas tropicais secas (Bullock & Solís-Magallanes 1990, Justiniano & Fredericksen 2000).

Conforme o esperado, as espécies com menor densidade de madeira iniciaram o brotamento durante a estação seca, enquanto que aquelas com maior densidade de madeira só brotaram com o início da chuva. Um estudo realizado por Borchert (1994), em uma floresta tropical seca na Costa Rica, revelou que a densidade da madeira de espécies arbóreas e sua conseqüente capacidade de armazenar água variaram amplamente de uma espécie para outra. De uma maneira geral, plantas que armazenam muita água nos seus tecidos podem brotar ou florescer durante a estação seca (Borchert 1994, Chapotin *et al.* 2006).

A indução do brotamento das seis espécies com os menores valores de densidade básica da madeira pode estar relacionada ao fotoperíodo, visto que elas apresentaram correlação significativa com esta variável, e iniciaram o brotamento antes da estação chuvosa. Além disso, estas espécies apresentaram alta sincronia intraespecífica de brotamento, sugerindo indução por um mesmo fator, similarmente ao observado por Borchert e Rivera (2001). Segundo Rivera *et al.* (2002), em regiões próximas ao equador, onde a variação no comprimento do dia é menor do que uma hora, o início do brotamento em espécies arbóreas pode ocorrer com uma variação do fotoperíodo menor que 30 min.

As outras três espécies que brotaram durante a estação seca (*C. flexuosa*, *M. tenuiflora* e *S. brasiliensis*), possivelmente apresentam outras estratégias para obtenção ou manutenção de água, ou não necessitam de muita água para brotar folhas, visto que a densidade básica da madeira delas foi relativamente alta, impossibilitando o armazenamento de grandes quantidades de água no caule. Estratégias como sistema radicular profundo e maior porcentagem de biomassa nas raízes possibilitam a obtenção de água do subsolo pela planta

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

(Holbrook *et al.* 1995) podendo refletir no seu comportamento fenológico. Além de raízes profundas, plantas perenifólias, como *C. flexuosa*, geralmente apresentam folhas esclerófilas, que têm maior controle estomático e longevidade foliar (Reich 1995; Holbrook *et al.* 1995).

A maior duração na produção de folhas de espécies que iniciaram o brotamento na estação seca deve estar relacionada ao fato de que algumas espécies, como *C. bahianus*, *C. quercifolius* e *J. mollissima*, só expandiram as folhas completamente quando se iniciou a estação chuvosa. Por outro lado, as espécies que começaram o brotamento somente na estação chuvosa tenderam a ter uma menor duração do período de brotamento, visto que o período de chuva é limitado a poucos meses do ano. Reich (1995) ressaltou que espécies que dependem fortemente da precipitação para brotar apresentam rápido crescimento da lâmina foliar para maximizar o aproveitamento fotossintético durante a curta estação chuvosa.

Tendo em vista o rápido brotamento durante a estação chuvosa, observa-se, de um modo geral, que todas as espécies de maior densidade de madeira apresentaram alta sincronia intra e interespecífica de brotamento, sugerindo uma estreita relação dessas plantas com a precipitação.

Queda foliar – O padrão de queda foliar foi fortemente influenciado pela sazonalidade climática, assim como foi registrado em outros ambientes marcadamente sazonais (Barbosa *et al.* 1989, Morellato *et al.* 1989, Pereira *et al.* 1989, Bullock & Solís-Magallanes 1990, Machado *et al.* 1997, Justiniano & Fredericksen 2000). A variação do pico de queda foliar de um ano para outro esteve diretamente relacionada com a precipitação.

A maioria das espécies (95%) teve comportamento decíduo, assim como se tem registrado em outras áreas de caatinga (Barbosa *et al.* 1989, Barbosa *et al.* 2003, Machado *et al.* 1997) e floresta seca na Bolívia (Justiniano & Fredericksen 2000). Segundo Holbrook *et al.* (1995), as espécies decíduas experimentam déficit hídrico temporário na época seca e

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

podem apresentar um sistema radicular superficial, enquanto que as perenifólias têm raízes profundas, sendo pouco frequentes em áreas secas devido ao alto custo energético para mantê-las nesse ecossistema.

A variação no início da queda foliar aqui registrada já foi mencionada para espécies arbóreas de florestas tropicais secas (Bullock & Solís-Magallanes 1990, Borchert 1994, Holbrook *et al.* 1995, Kushwaha & Singh 2005) e foi interpretada como resultante da diferente sensibilidade das espécies aos primeiros sinais de seca, minimizando, assim, a perda de água. Segundo Reich e Borchert (1984), diferenças na época de queda foliar podem refletir o grau em que o indivíduo tem acesso à água que está armazenada no solo e a sensibilidade de diferentes espécies ao estresse hídrico. Alguns trabalhos sugerem que queda de folhas na estação seca ocorre de acordo com a disponibilidade de água no solo, microhabitat e profundidade do sistema radicular (Bullock & Solís-Magalhanes 1990, Borchert 1994).

A duração do período sem folhas das espécies variou conforme a distribuição da precipitação. Segundo Kushwaha e Singh (2005), o período sem folhas em plantas lenhosas ocorre, geralmente, em resposta ao estresse hídrico e representa o período do ciclo anual no qual os recursos (luz, água, nutrientes) não estão sendo explorados ou estão sendo usados em uma baixa intensidade.

A grande variabilidade do período sem folhas entre as espécies e entre as estações secas analisadas indica que a intensidade e a duração do período seco exerceram forte influência na duração do período sem folhas em ambas as estações. Em florestas secas tropicais também se têm encontrado variadas durações dos períodos sem folhas (Kushwaha & Singh 2005, Rivera *et al.* 2002). Kushwaha & Singh (2005) ressaltaram que em regiões tropicais com uma longa estação seca as espécies arbóreas estão adaptadas a tolerar o estresse hídrico até um determinado limite, acima do qual elas perdem suas folhas rapidamente. Singh e Kushwaha (2005) afirmaram que a duração do período sem folhas é o mais provável

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

indicador da seca experimentada pelas diferentes espécies de árvores, porque ela reflete um efeito integrado de seca sazonal, características morfofuncionais das plantas e condições de umidade do solo.

Floração – O maior pico de floração sempre ocorrendo no início do período mais úmido sugere que a precipitação exerce forte influência no desencadeamento da fenofase, assim como se tem observado em outras regiões sazonalmente secas (Lampe *et al.* 1992, Machado *et al.* 1997, Justiniano & Frederickesen 2000). Apesar disto, apenas 37 por cento das espécies que floresceram apresentaram correlação significativa positiva com a precipitação.

A maioria das espécies que floresceu na estação chuvosa apresentou maior densidade de madeira, e desta forma, sem capacidade de armazenar grandes quantidades de água no caule. Este resultado confirma a forte dependência dessas espécies a desencadearem a floração somente na presença de chuva, tal como ocorre com o brotamento.

Por outro lado, a maioria das espécies que floresceu na estação seca apresentou baixa densidade de madeira, podendo armazenar água suficiente no caule para florescer na ausência de chuva, assim como foi relatado por Borchert (1994). Além da água armazenada, Bullock e Solís-Magallanes (1990) e Larcher (2000) argumentaram que espécies que florescem e ou brotam na estação seca possuem reservas de nutrientes e acúmulo de carbono desde a última estação chuvosa. A floração de algumas espécies na estação seca pode ser vista como uma estratégia para tornar as flores mais aparentes para os polinizadores, e, em troca, supri-los num período onde a disponibilidade de recursos florais é baixa (Mantovani & Martins 1988, Machado *et al.* 1997).

As espécies que floresceram na estação seca apresentaram correlação significativa positiva com o fotoperíodo, conforme sugerido por vários trabalhos relacionados a árvores de florestas tropicais secas (Holbrook 1995, Rivera & Borchert 2001, Borchert *et al.* 2002,

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

Borchert *et al.* 2004). Estes trabalhos indicam que as espécies que florescem sob a influência do fotoperíodo e durante a estação seca, devem apresentar alguma característica (baixa densidade da madeira, sistema radicular profundo e maior biomassa de raiz em relação à parte aérea) relacionada ao armazenamento ou obtenção de água.

Quase a metade das espécies (48%) apresentou padrão de floração anual (*sensu* Newstrom *et al.* 1994), refletindo a forte sazonalidade de muitas espécies na produção de flores; e 37% apresentaram padrão supra-anual, sugerindo que estas espécies podem florescer em função de alguma variável não avaliada neste trabalho. Segundo Machado *et al.* (1997), 26% das espécies por eles estudadas numa área de caatinga também apresentaram floração do tipo supra-anual, como foi o caso de *A. pyrifolium* e *B. cheilantha*, mas argumentaram que uma classificação mais segura necessitaria de um maior período de observação que os dois anos de seu trabalho.

Frutificação – A frutificação foi contínua ao longo do período de estudo, assim como ocorre em outras áreas sazonalmente secas (Lampe *et al.* 1992, Machado *et al.* 1997, Justiniano & Fredericksen 2000, Griz & Machado 2001). No entanto, no início do período chuvoso ocorreram os maiores números de espécies nessa fenofase. A época de ocorrência da frutificação das espécies variou de acordo com as síndromes de dispersão.

A maioria das espécies iniciaram a frutificação na estação chuvosa e eram autocóricas, sugerindo uma estreita relação entre disponibilidade hídrica e frutificação, fator apontado por Griz e Machado (2001) como sendo o mais determinante da reprodução de plantas em regiões tropicais, especialmente em florestas tropicais secas. Estas autoras destacaram que a síndrome balística (incluída como autocórica neste trabalho) mostrou estreita correlação com a ocorrência de chuva, sugerindo a influência da água na deiscência do fruto.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

As duas espécies zoocóricas (*C. leptophloeos*, *C. flexuosa*) apresentaram frutos disponíveis para os dispersores somente na estação chuvosa. Isto pode sugerir que as espécies que frutificam no final do período seco dispersam seus diásporos na estação chuvosa, portanto, favorecendo a germinação da semente e aumentando a probabilidade de estabelecimento da plântula (Morellato *et al.* 1989, Schaik *et al.* 1993).

A frutificação de espécies anemocóricas na estação seca, como foi registrado em *A. pyriformium*, favorece a dispersão dos diásporos, visto que as plantas estão quase ou totalmente sem folhas e desta forma, diminuindo os obstáculos para a sua dispersão (Wikander 1984, Morellato *et al.* 1989, Griz & Machado 2001).

Os trabalhos de Barbosa *et al.* (2002, 2003) apontam a prevalência de espécies autocóricas sobre as zoocóricas e anemocóricas na caatinga. Este padrão geral também foi encontrado no presente trabalho. Na área estudada, 69 por cento das espécies lenhosas são autocóricas, 21 por cento anemocóricas e 10 por cento zoocóricas. Machado *et al.* (1997) também registraram a autocoria como a síndrome de dispersão mais comum nas plantas lenhosas de uma área de caatinga, seguida de anemocoria e zoocoria. Por outro lado, Griz e Machado (2001), estudando uma área de caatinga mais úmida na região do Agreste pernambucano, registraram valores similares de zoocoria (36%), anemocoria (33%) e autocoria (31%). Portanto, este padrão é diferente do obtido no presente trabalho, e possivelmente está relacionado a uma maior duração da precipitação naquela região.

Ao contrário da área de caatinga estudada, onde há maior proporção de espécies autocóricas seguida das anemocóricas e zoocóricas, outros trabalhos em florestas tropicais secas, geralmente, têm registrado uma grande porcentagem de espécies anemocóricas (Wikander 1984; Justiniano & Fredericksen 2000).

Os resultados deste trabalho confirmam a relação existente entre a densidade da madeira e a fenologia das espécies lenhosas da caatinga. Todas as espécies que brotaram,

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

floresceram e/ou frutificaram na estação seca têm baixa densidade de madeira, ao contrário das espécies com alta densidade de madeira, que só apresentaram aquelas fenofases no período de chuva. Seria importante a execução de outros trabalhos para verificar se este padrão é comum às plantas lenhosas de outras áreas de caatinga e verificar a influência das relações hídricas das plantas nos diferentes padrões fenológicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Fábio Lafayette e a sua esposa, Leda, pela permissão da coleta dos dados na sua propriedade, ao Prof. Everardo V.S.B. Sampaio, pelas sugestões e auxílio na execução deste trabalho, e ao CNPq e Capes pelo auxílio de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, D. C. A., J. L. H. ALVES, S. M. PRAZERES, AND A. M. A. PAIVA. 1989. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha – PE). *Acta Botanica Brasílica* 3: 109-117.
- BARBOSA, P. G. G. SILVA, AND M. C. A. BARBOSA. 2002. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. *In* M. Tabarelli and J. M. Silva (Eds.). *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*, vol. 2, pp. 609-621. SECTMA e Editora Massagana, Recife.
- BARBOSA, M. C. A. BARBOSA, AND L. C. M. LIMA. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. *In* I. R. Leal, M. Tabarelli, J. M. C. Silva (Eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*, pp. 657-693. Editora Universitária (UFPE), Recife.
- BARBOSA, R. I., AND C. A. C. FERREIRA. 2004. Densidade básica da madeira de um ecossistema de “campina” em Roraima, Amazônia brasileira. *Acta Amazônica* 34: 587-591.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

- BENCKE, C. S. C., AND L. P. C. MORELLATO. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 269-275.
- BORCHERT, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75: 1437-1449.
- BORCHERT, 1999. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. *Iawa Jornal* 20: 239-247.
- BORCHERT, R., AND G. RIVERA. 2001. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. *Tree Physiology* 21: 213-221.
- BORCHERT, G. RIVERA , AND W. HAGNAUER. 2002. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. *Biotropica* 34: 27-39.
- BORCHERT, S. A. MEYER, R.S. FELGERS, AND L. PORTER-BOLLAND. 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. *Global Ecology and Biogeography* 13: 409-425.
- BORCHERT, S. S. RENNER, Z. CALLE, D. VAVARRETE, A. TYE, L. GAUTIER, R. SPICHIGER, AND P. HILDEBRAND. 2005. Photoperiodic induction of synchronous flowering near the equator. *Nature* 433: 627-629.
- BULLOCK, S. H., AND J. A. SOLÍS-MAGALLANES. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. *Biotropica* 22: 22-35.
- CHAPOTIN, S. M., J. H. RAZANAMEHARIZAKA, AND M. HOLBROOK. 2006. Baobab trees (*Adansonia*) in Madagascar use stored water to flush new leaves but not to support stomatal opening before the rain season. *New Phytologist*. 169: 549-559.
- CONDEPE. 2002. Base de dados do Estado – Climatologia: Descrição dos tipos. Recife: Governo do Estado de Pernambuco – FISEPE, Dados impressos.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

COSTA, K. C. C. 2004. Fitossociologia do componente lenhoso da vegetação caducifólia espinhosa da depressão sertaneja no nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

DAUBERNMIRE, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. *Journal of Ecology* 60: 147-170.

GRIZ, L. M. S., AND I. C. S. MACHADO. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.

HOLBROOK, N. M., J. L. WHITBECK, AND H. A. MOONEY. 1995. Drought responses of neotropical dry forest trees. *In* S.H. Bullock, H.A. Mooney, E. Medina (Eds.) *Seasonally dry tropical forests*, pp. 243-276. Cambridge: Cambridge University Press.

IBAMA. 2002. Reservas Particulares do Brasil. Disponível em: (<http://www.ibama.com.br>.) Acesso em: 22 de out. 2002.

JUSTINIANO, J. M., AND T. S. FREDERICKSEN. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32: 276-281.

KASENENE, J. M. AND H. ROININEN. 1999. Seasonality of insect herbivory on the leaves of *Neoboutania macrocalyx* in the Kibale National Park, Uganda. *African Journal of Ecology* 37: 61-68.

KUSHWAHA, C. P. AND K. P. SINGH. 2005. Diversity of leaf phenology in a tropical deciduous forest in India. *Journal of Tropical Ecology* 21: 47-56.

LAMMI, J. 2005. Online photoperiod calculator. <http://www.nic.fi/~benefon/sun.php3>. Acessado em: 15/04/2006.

LAMPE, M. G., Y., BERGERON, R. MCNEIL, AND A. LEDUC. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. *Biotropica* 24: 64-76.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

LARCHER, W. 2000. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RIMA.

MACHADO, I. C. S., L. M. BARROS, AND E. V. S. B. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.

MANTOVANI, W. AND F. R. MARTINS. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.

MORELLATO, L. P. C., H. F. LEITÃO-FILHO, R. R. RODRIGUES, AND C. A. JOLY. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 85-98.

MORELLATO, AND H. F. LEITÃO-FILHO. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In* L. P. C. Morellato (Ed.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil, pp. 112-140. Editora da Unicamp/Fapesp. Campinas, São Paulo.

NEWSTROM, L. E., G. W. FRANKIE, AND H. G. BAKER. 1994. New classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.

PEREIRA, R. M. A, J. A. ARAÚJO FILHO, R. V. LIMA, F. D. G. PAULHO, A. O. N. LIMA, AND Z. B. ARAÚJO. 1989. Estudo fenológico de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. *Ciência Agrônômica* 20: 11-20.

PIJL, L. VAN DER. 1982. Principles of dispersal in higher plants. New York: Springer – Verlag.

REICH, P. B. 1995. Phenology of tropical forests: patterns, causes, and consequences. *Canadian Journal of Botany* 73: 164-174.

REICH, AND R. BORCHERT. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294-299.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

REICH, AND R. BORCHERT. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.

RIVERA, G. AND R. BORCHERT. 2001. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium collections. *Tree Physiology* 21: 201-212.

RIVERA, S. ELLIOTT, L. S. CALDAS, G. NICOLSSI, V. T. R. CORADIN, AND R. BORCHERT. 2002. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 445-456.

SAMPAIO, V. E. S. B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. *In* S. H. Bullock, H. A. Mooney, and E. Medina (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. pp. 35-63. Cambridge: Cambridge University Press.

SCHAIK, C. P. VAN, J. W. TERBORGH, and S. J. WRIGHT. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Reviews Ecology Systematics* 24: 353-377.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2001. A hectare of Cerrado. II. Flowering and fruiting of thick-stemmed wood species. *Phyton* 41: 129-158.

SINGH, K. P. AND KUSHWAHA, C. P. 2005. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. *Current Science* 89: 964-975.

TRUGILHO, P. F., D. A. SILVA, F. J. L. FRAZÃO, and J. L. M. MATOS, 1990. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. *Acta Amazônica* 20: 307-319.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. (3rd ed.). New York: Prentice-Hall.

WIKANDER, T. 1984. Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decidua en Venezuela. *Biotropica* 16: 276-283.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

WILLIAMS, R. J., B. A. MYERS, W. J. MULLER, G. A. DUFF, AND D. EAMUS. 1997.

Leaf phenology of woody species in a north Australian Tropical Savanna. *Ecology* 78:
2542-2558.

WWW.CPTEC.INPE.BR/PROCLIMA. Acessado em: 15/08/2006.

TABELA 1. Densidade de madeira, número de indivíduos (NI) monitorados por espécie, quantidade de água armazenada na madeira saturada e síndromes de dispersão de 19 espécies lenhosas observadas mensalmente, de agosto/2003 a julho/2006, em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil.

Famílias	Espécies	NI	Densidade básica da madeira (g/cm ³)	Quantidade de água saturada (%)	Síndrome de dispersão
Euphorbiaceae	<i>Jatropha mollissima</i> Pohl & Baill.	18	0,29 ($\pm 0,01$)	271	autocoria
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillet.	5	0,30 ($\pm 0,01$)	268	zoocoria
Euphorbiaceae	<i>Manihot</i> cf. <i>epruinosa</i> Pax & K.Hoffm.	7	0,38 ($\pm 0,01$)	183	autocoria
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus bahianus</i> (Ule) Pax & K.Hoffm.	20	0,42 ($\pm 0,04$)	173	autocoria
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	17	0,44 ($\pm 0,03$)	157	autocoria
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	1	0,54 ($\pm 0,00$)	112	anemocoria
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.	20	0,56 ($\pm 0,05$)	87	anemocoria
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	4	0,69 ($\pm 0,03$)	84	anemocoria
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> Vell.	1	0,67 ($\pm 0,04$)	82	zoocoria
Euphorbiaceae	<i>Croton sonderianus</i> Müll.Arg.	18	0,60 ($\pm 0,02$)	81	autocoria
Mimosaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	2	0,71 ($\pm 0,04$)	78	autocoria

Continuação da Tabela 1.

Famílias	Espécies	NI	Densidade básica da madeira (g/cm ³)	Quantidade de água saturada (%)	Síndrome de dispersão
Anacardiaceae	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engler	6	0,75 (\pm 0,05)	73	anemocoria
Caesalpiniaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	3	0,68 (\pm 0,05)	68	autocoria
Mimosaceae	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	8	0,74 (\pm 0,02)	64	autocoria
Mimosaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenam	5	0,76 (\pm 0,03)	63	autocoria
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia gardneriana</i> Benth.	20	0,75 (\pm 0,04)	56	autocoria
Euphorbiaceae	<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K.Hoffm.	19	0,81 (\pm 0,03)	56	autocoria
Mimosaceae	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	20	0,83 (\pm 0,03)	48	autocoria
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> H.S. Irwin & Barneby	2	- ^a	- ^a	autocoria

^a Sem informação

TABELA 2. Correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis abióticas (precipitação e fotoperíodo) e as fenofases (brotamento, queda foliar, floração e frutificação) de 19 espécies lenhosas observadas mensalmente, de agosto/2003 a julho/2006, em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. Os valores em negrito indicam que houve correção significativa para a variável testada ($p < 0,05$).

Espécies	Brotamento		Queda foliar		Floração		Frutificação					
	Precipitação		Fotoperíodo		Precipitação		Fotoperíodo		Precipitação			
	r_s	p^b	r_s	p^b	r_s	p^b	r_s	p^b	r_s	p^b		
<i>Amburana cearensis</i>	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,47	0,00	0,23	0,17	-0,71	0,00	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	0,57	0,00	0,23	0,17	-0,53	0,00	0,19	0,27	0,27	0,11	-0,25	0,14
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,55	0,00	0,34	0,04	-0,69	0,00	0,35	0,04	0,14	0,40	0,27	0,11
<i>Caesalpinia gardneriana</i>	0,68	0,00	0,18	0,29	-0,66	0,00	0,48	0,00	0,20	0,23	0,27	0,11
<i>Capparis flexuosa</i>	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a	_ ^a
<i>Cnidoscolus bahianus</i>	0,36	0,03	0,37	0,03	-0,27	0,11	0,13	0,42	0,76	0,00	0,61	0,00
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	0,11	0,51	0,64	0,00	-0,30	0,08	0,25	0,14	0,62	0,00	0,54	0,00
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,11	0,53	0,82	0,00	-0,32	0,06	0,05	0,78	0,52	0,00	0,71	0,00
<i>Croton rhamnifolioides</i>	0,64	0,00	0,27	0,12	-0,55	0,00	0,41	0,01	0,26	0,12	0,10	0,56

Continuação da Tabela 2.

Espécies	Brotamento		Queda foliar		Floração		Frutificação					
	Precipitação		Fotoperíodo		Precipitação		Fotoperíodo		Precipitação			
	r _s	p ^b	r _s	p ^b	r _s	p ^b	r _s	p ^b	r _s	p ^b		
<i>Croton sonderianus</i>	0,63	0,00	0,29	0,08	-0,58	0,00	0,53	0,00	0,20	0,23	-0,22	0,20
<i>Jatropha mollissima</i>	0,23	0,17	0,72	0,00	-0,58	0,00	0,09	0,60	0,81	0,00	0,50	0,00
<i>Manihot cf. epruinosa</i>	0,49	0,00	0,61	0,00	-0,41	0,01	0,32	0,06	0,30	0,07	0,23	0,18
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,68	0,00	0,11	0,52	-0,64	0,00	0,27	0,11	0,02	0,88	0,18	0,30
Mimosa tenuiflora	0,38	0,02	0,20	0,24	-0,60	0,00	0,19	0,27	0,27	0,11	-0,04	0,84
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,59	0,00	0,22	0,19	-0,60	0,00	-0,01	0,97	-0,01	0,98	- ^a	- ^a
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,56	0,00	0,28	0,10	-0,68	0,00	0,12	0,48	-0,21	0,22	0,16	0,34
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,00	1,00	0,44	0,01	-0,49	0,00	- ^a	- ^a	- ^a	- ^a	- ^a	- ^a
<i>Senna macranthera</i>	0,50	0,00	0,28	0,10	-0,59	0,00	0,36	0,03	0,02	0,84	-0,08	0,64

^a Sem informação^b Nível de significância

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Precipitação e fotoperíodo médios mensais do período de agosto/2003 a julho/2006 do município de Floresta, Pernambuco, Brasil.....	43
FIGURA 2. Número de espécies lenhosas em brotamento (linha contínua) e queda foliar (linha pontilhada) e proporção de folhas nas copas dos indivíduos lenhosos (área cinza) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil.....	44
FIGURA 3. Dados fenológicos de 19 espécies lenhosas observadas mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. Para cada espécie, as informações acima do eixo horizontal se referem à fenologia de folhas (linha contínua: brotamento; linha pontilhada: queda foliar; área cinza: porcentagem média de folhas na copa) e, abaixo do eixo horizontal, se referem à fenologia reprodutiva (linha pontilhada: floração; linha contínua: frutificação). Os gráficos abaixo indicam a precipitação (mm) média mensal (barras), e o fotoperíodo (horas) médio mensal (linha).....	45
FIGURA 4. Em A , número de espécies lenhosas em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua); e em B , número de espécies lenhosas em frutificação por síndromes de dispersão (autocoria = linha tracejada; anemocoria = linha pontilhada; zoocoria = linha contínua) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. As barras indicam a precipitação média mensal do período de observação fenológica.....	48

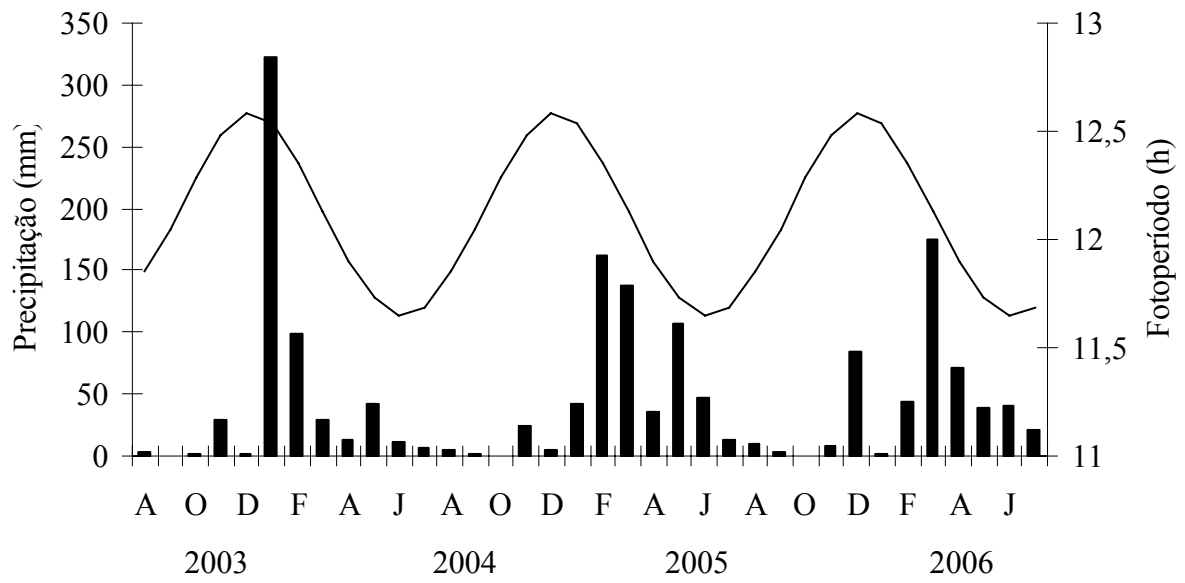


Fig.1.

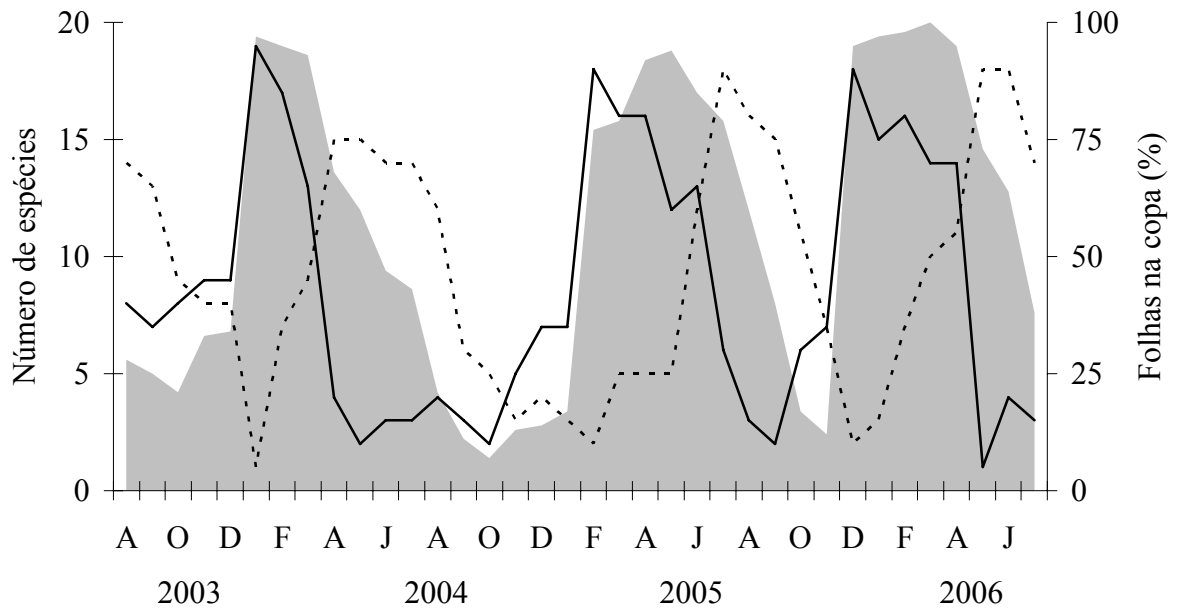


Fig. 2

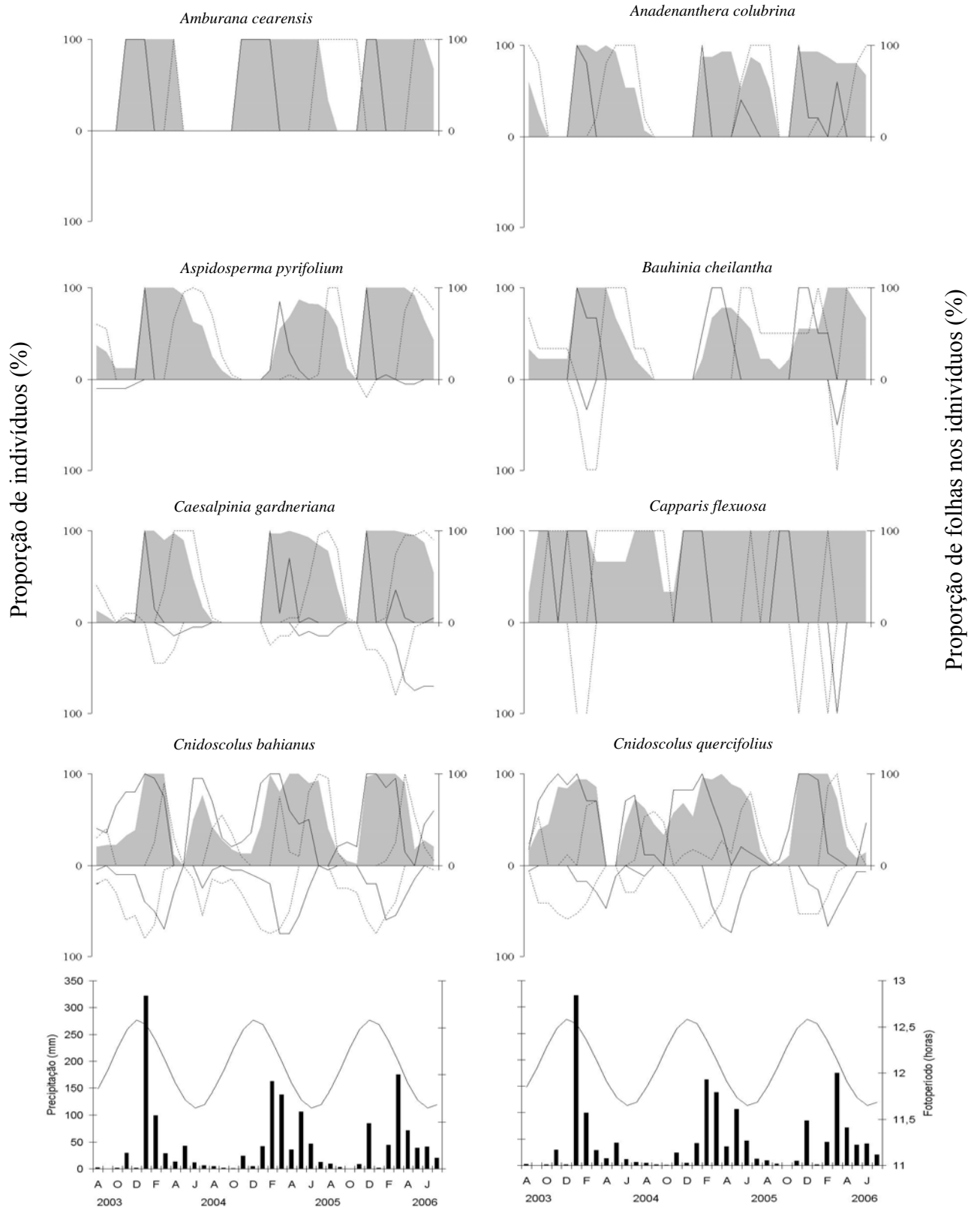
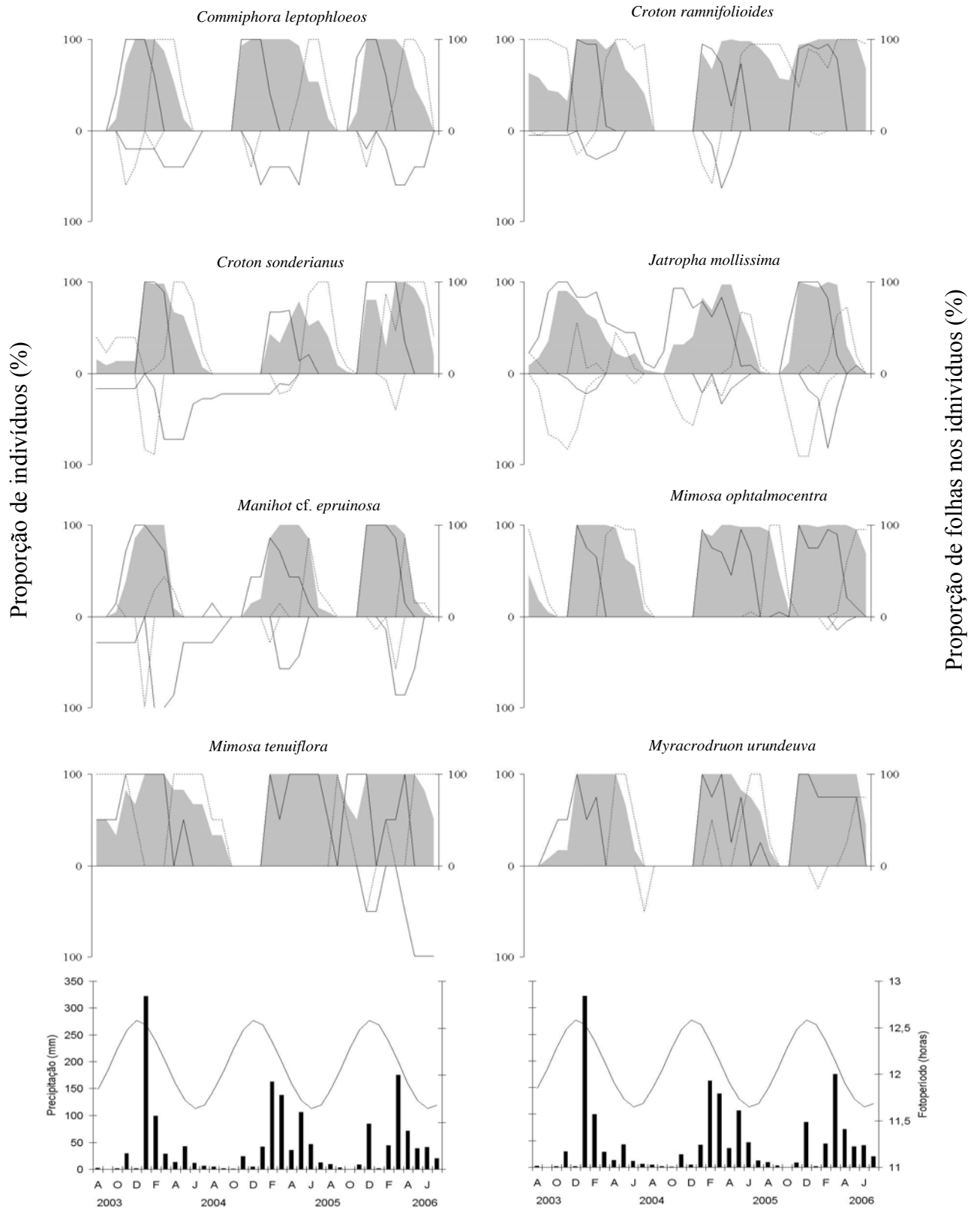
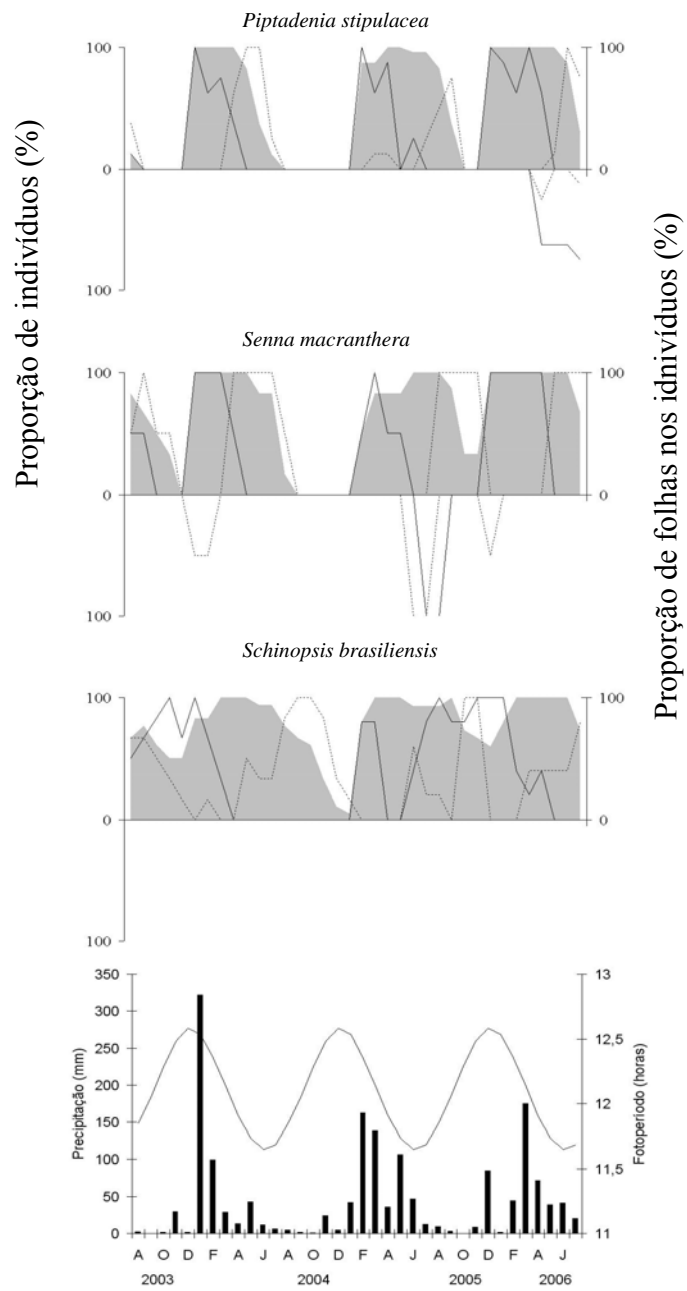


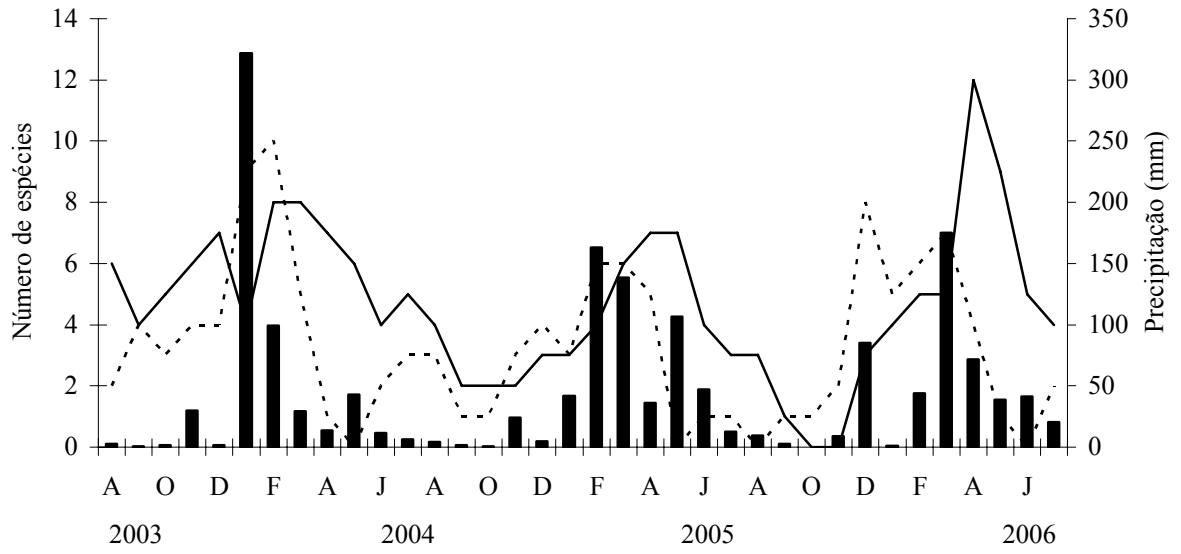
Fig. 3



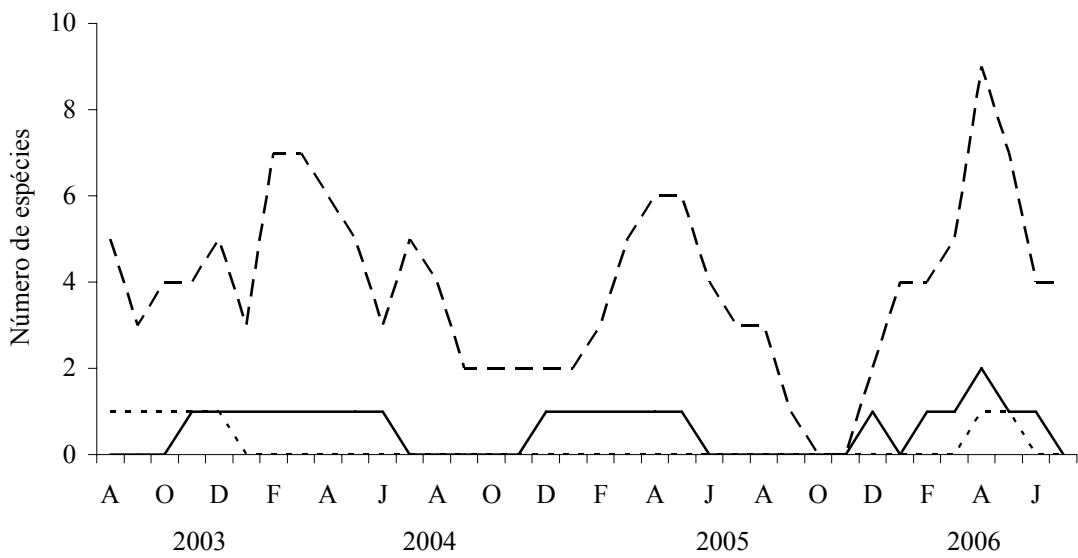
Continuação da Figura 3



Continuação da Figura 3



A



B

Fig. 4

5 NOTA CIENTÍFICA A SER ENVIADA À REVISTA HOHENEIA

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

Fenologia de Cinco Espécies de Cactaceae em uma Área do Semi-Árido do Nordeste do Brasil

André Luiz Alves de Lima^{1,2}, Maria Jesus Nogueira Rodal¹

²Departamento de Biologia/Área Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, cep: 52171-900. Dois Irmãos, Recife, Pernambuco-Brasil.

³Autor para correspondência: triunfoalal@yahoo.com.br

Abstract

(The phenology of five Cactaceae species in a semi-arid area of the northeastern Brazil). We sought to establish a relationship between rainfall and phenology of five species of Cactaceae in a caatinga area at Pernambuco, Brasil. Monthly surveys (8/2003 to 7/2006) of the phenophases of flowering and fruiting of 62 individuals were made. None species show correlations with rainfall, except *Opuntia palmadora* that demonstrated negative correlation, flowering and fruiting in a dry season. Although, there was greater ratio of individuals of each species flowering and fruiting at the end of the dry season, when occurred rains of low intensity, and at the beginning of the rainy season. The results of this study point that the majority of the species tend to demonstrate their phenophases occurred at the transition period between the rainy and the dry seasons.

Key words: Caatinga, Cactaceae, flowering, fruiting

Resumo

(Fenologia de cinco espécies de Cactaceae em uma área do semi-árido do nordeste do Brasil). Para verificar se existe uma relação direta da precipitação com a fenologia de cinco espécies de Cactaceae de uma área de caatinga em Pernambuco, Brasil, foram observados mensalmente (08/2003 a 07/2006) 62 indivíduos quanto a floração e frutificação. Nenhuma espécie apresentou correlação com a precipitação, exceto *Opuntia palmadora* que apresentou correlação negativa, florescendo e frutificando sempre na estação seca. Apesar disto, notou-se que houve uma maior proporção de indivíduos de cada espécie florescendo e frutificando no final da estação seca, quando ocorrem chuvas de baixa intensidade, e no início da estação chuvosa. Estes resultados indicam que a maioria das espécies tendem a apresentar suas fenofases do final do período seco para o início do chuvoso.

Key words: Caatinga, cactáceas, flowering, fruiting

Introdução

A região semi-árida do nordeste do Brasil é caracterizada por uma vegetação caducifolia espinhosa fortemente influenciada pela precipitação sazonal (Sampaio 1995). Esta condição climática reflete diretamente no comportamento fenológico das plantas, havendo uma maior escassez de flores e frutos na estação seca (Machado *et al.* 1997).

As Cactaceae estão entre as famílias de plantas mais importantes da caatinga (Sampaio 1995) e compreendem um importante componente da comunidade vegetal, uma vez que apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas às severas condições climáticas (Larcher 2000) e, desta forma, podendo entrar em atividade reprodutiva independente da precipitação (Aona *et al.* 2006, Petit 2001) e assim suprir de flores e frutos os polinizadores e dispersores de sementes, respectivamente, durante períodos de seca. Desta forma, pretende-se com este trabalho verificar se existe uma relação direta da precipitação com a fenologia das cinco espécies de cactáceas ocorrentes em uma área de caatinga no nordeste do Brasil.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Maurício Dantas, localizada nos municípios de Betânia e Floresta, Pernambuco (8°18'43''S e 38°11'45''W), a uma altitude de 500 m. O clima local é quente e seco (BSh'w de Köppen), com precipitação média anual de 511 mm e temperatura média mensal entre 22,8 e 26,5°C (CONDEPE 2002), sendo a distribuição da precipitação bastante irregular de ano a ano.

A coleta de dados foi realizada mensalmente (agosto/2003 a julho/2006), em uma área de um hectare, onde foram selecionados 62 indivíduos das espécies presentes nesta área: *Arrojadoa rhodantha* (10), *Cereus jamacaru* (9), *Harrisia adscendens* (3), *Opuntia palmadora* (20), *Pilosocereus gounellei* (20). Todos os indivíduos tinham diâmetro do caule, ao nível do solo, ≥ 3 cm. Foi registrada a presença ou a ausência de flores e frutos (Machado *et al.* 1997). Os padrões de floração e frutificação (contínuo, sub-anual, anual, supra-anual) e a regularidade (regular e

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

irregular) foram determinados segundo a classificação proposta por Newstrom *et al.* (1994). A relação das fenofases com a precipitação (disponível em: www.cptec.inpe.br/proclima/) foi analisada estatisticamente através da correlação de Spearman (Zar 1996).

Resultados e Discussão

As cinco espécies de cactáceas estudadas apresentaram padrão contínuo de floração e frutificação com breves intervalos, embora na transição da estação seca para a chuvosa, tenha havido maior número de espécies apresentando essas fenofases (Figura 1). Apesar disso, a floração e a frutificação das espécies não apresentaram correlação com a precipitação, exceto *O. palmadora*, que apresentou correlação negativa. Esse fato pode ser explicado devido às adaptações das cactáceas as condições climáticas severas, como, por exemplo, armazenamento de água no caule, ausência de folhas e metabolismo tipo CAM (Larcher 2000). Com essas adaptações, as cactáceas podem florescer e frutificar independente das chuvas. A respeito das plantas que floram na estação seca, Machado *et al.* (1997) comentaram que essa estratégia é de fundamental importância para as comunidades da caatinga, uma vez que supre as populações de polinizadores em um período no qual os recursos florais são mais escassos.

Os padrões de floração e frutificação foram mais diversos no nível de espécie. Três espécies (*C. jamacaru*, *H. adscendens*, *O. palmadora*) apresentaram padrão anual e regular de floração e frutificação; e duas espécies (*A. rhodantha*, *P. gounellei*) apresentaram padrão sub-anual e irregular (Figura 2). No primeiro caso, *H. adscendens* e *C. jamacaru* floresceram logo com as primeiras chuvas, no final da estação seca, e frutificaram em seguida, dispersando seus diásporos em plena estação chuvosa. *O. palmadora* sempre floresceu e frutificou no meio da estação seca, apresentando pico por volta do mês de agosto e correlação negativa significativa com a precipitação (floração: $r_s = -0,43$ e $p < 0,01$; frutificação: $r_s = -0,55$ e $p < 0,01$). A frutificação de *O. palmadora* na estação seca favorece as populações de animais dispersores de sementes, visto que nesta época do ano poucas espécies zoocóricas frutificam (Lima & Rodal, dados não publicados, Griz & Machado 2001). As

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...
outras duas espécies (*A. rhodantha* e *P. gounellei*) apresentaram uma maior proporção de indivíduos florescendo e frutificando na transição da estação seca para a chuvosa, embora tenham apresentado aquelas fenofases em outras épocas do ano (Figura 2). Essas diferentes épocas de floração e frutificação explicam o padrão contínuo observado para as espécies analisadas conjuntamente.

Os resultados deste trabalho indicam que a maioria das espécies tendem a apresentar suas fenofases do final do período seco para o início do chuvoso.

Literatura citada

Aona, L.Y.S.; Machado, M.; Pansarin, E.R.; Castro, C.C.; Zappi, D. & Amaral, M.C.E.

Pollination biology of three Brazilian species of *Micranthocereus* Backeb. (Cereeae, Cactoideae) endemic to the “campos rupestres”. *Bradleya* 24: 39-52.

CONDEPE. 2002. Base de dados do Estado – Climatologia: Descrição dos tipos. Recife: Governo do Estado de Pernambuco – FISEPE, Dados impressos.

Griz, L.M.S. & Machado, I.C.S. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.

Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RIMA.

Machado, I.C.S.; Barros, L.M. & Sampaio, E.V.S.B. 1997. Phenology of caatinga at Serra Talhada, PE, northeastern Brasil. *Biotropica* 29(1): 57-68.

Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. New classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2): 141-159.

Petit, S. 2001. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curaçao. *Journal of Arid Environments* 49: 521-531.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

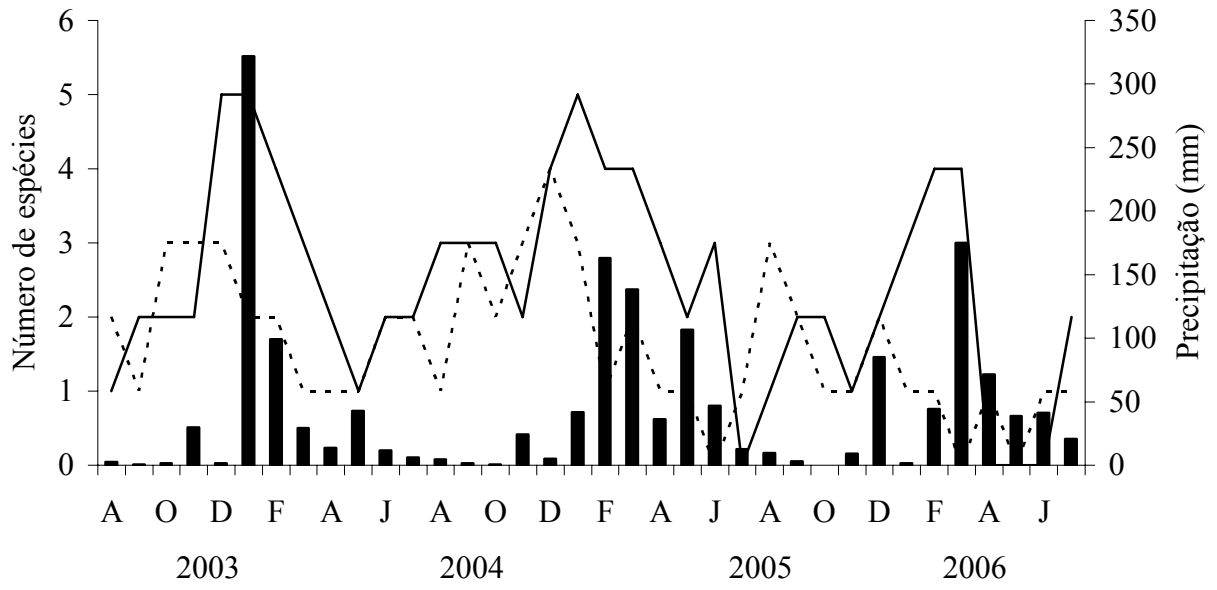
Sampaio, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. *In* S. H. Bullock, H. A. Mooney, and E. Medina (Eds.). Seasonally dry tropical forests. pp. 35-63. Cambridge: Cambridge University Press.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical analysis. (3r ed.). New York: Prentice-Hall.

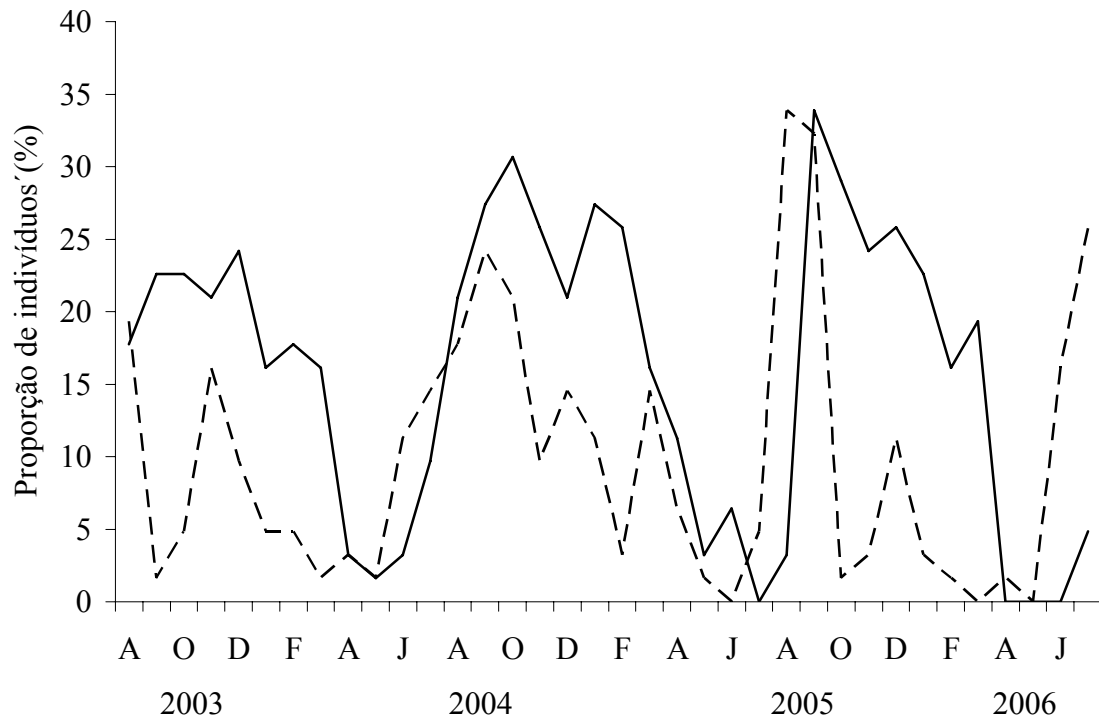
LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Em **a**, precipitação média mensal (barras) e número de espécies de Cactaceae em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua); e em **b**, proporção de indivíduos em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil..... 57

Figura 2. Proporção de indivíduos, por espécie, em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) observados mensalmente do período de agosto/2003 a julho/2006 em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. A figura abaixo indica a precipitação média mensal para o período de observação fenológica..... 58



a



b

Figura 1

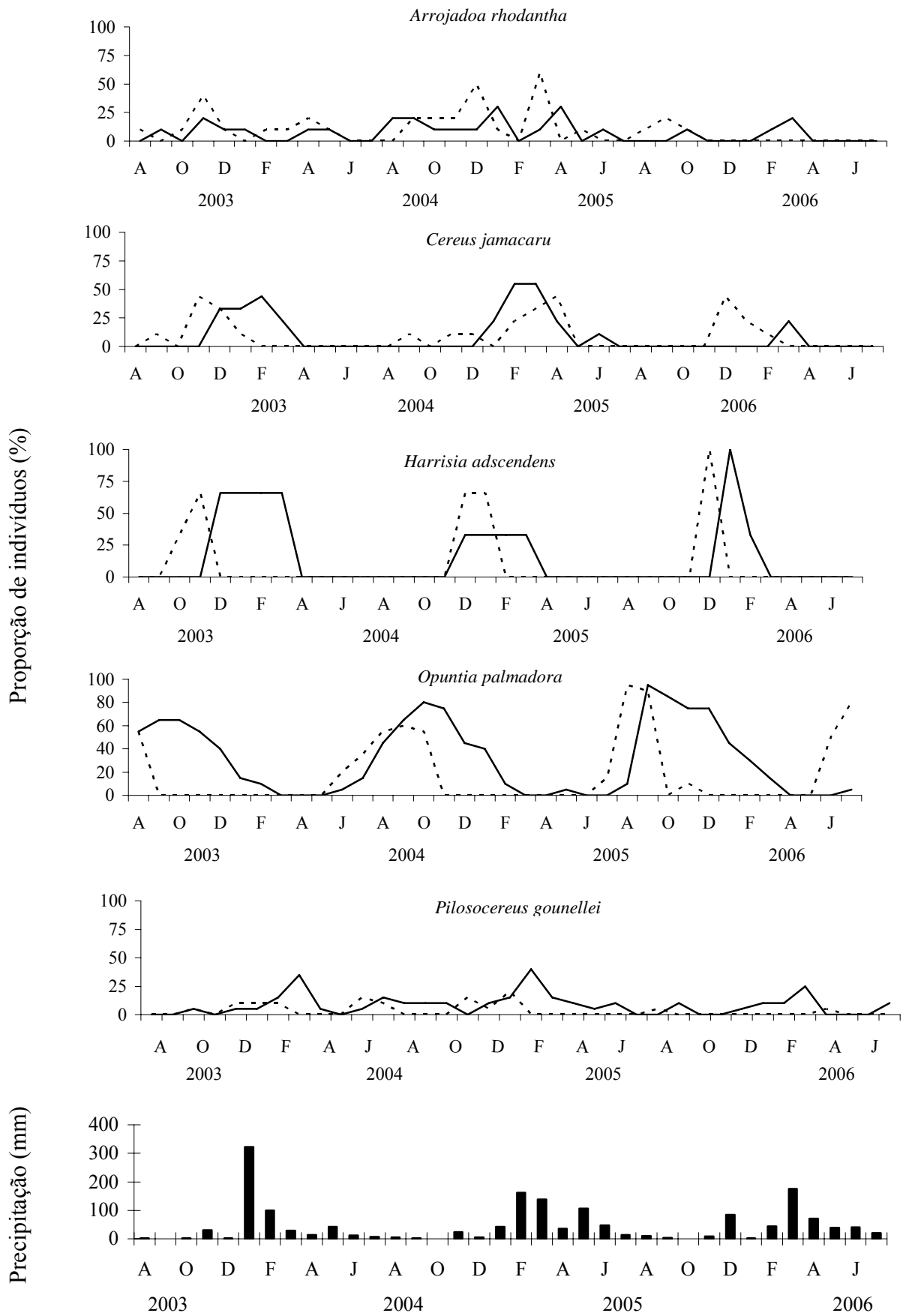


Fig. 2

ANEXOS

NORMAS DA REVISTA BIOTROPICA

BIOTROPICA – JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION

CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS (updated 11 November 2006)

Online submission and review of manuscripts is mandatory effective 1st January 2005.

Please format your paper according to these instructions and then go to the following website to submit your manuscript (<http://www.mc.manuscriptcentral.com/bittr>). Contact the BIOTROPICA Office for assistance if you are unable to submit your manuscript via Manuscript Central (biotropica@env.ethz.ch).

I. General Instructions

- ❑ Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as Online Supplementary Material. Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.
- ❑ Manuscripts may be submitted in the following categories, based on these suggested word limits:
 - Paper (up to 5000 words)
 - Review (up to 8000 words)
 - Commentary (up to 2000 words)
 - Short Communication (up to 2500 words)
- ❑ Use 8.5" x 11" page size (letter size). Double space everything, including tables, figure legends, abstract, and literature cited.
- ❑ Use a 1" margin on all sides. Align left. Avoid hyphens or dashes at ends of lines; do not divide a word at the end of a line.
- ❑ Use standard 12 point type (Times New Roman).
- ❑ Indent all but the first paragraph of each section.

- Use italics instead of underline throughout. Italicize non-English words such as *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *cf.*, *post-hoc*, and *sensu* (the exception being ‘vs.’).
- Include page number in the centre of all pages. Do **not** use line numbering.
- Cite each figure and table in the text. Tables and figures must be numbered in the order in which they are cited in the text.
- Use these abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m²
- For units, avoid use of negative numbers as superscripts: use the notation /m² rather than m⁻².
- Write out other abbreviations the first time they are used in the text; abbreviate thereafter: "El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."
- Numbers: Write out one to ten unless a measurement (*e.g.*, four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10 × 5 m, > 7 m) or in combination with other numbers (*e.g.*, 5 bees and 12 wasps). Use a comma as a separator in numbers with **more than** four digits (*i.e.*, 1000, but 10,000); use decimal points as in 0.13; 21°C (no spaces); use dashes to indicate a set location of a given size (*e.g.*, 1-ha plot).
- Spell out ‘percent’ except when used in parentheses (20%).
- Statistical abbreviations: Use italics for *P*, *N*, *t*, *F*, *R*², *r*, *G*, *U*, *N*, \div^2 (italics); but use roman for: df, SD, SE, SEM, CI.
- Dates: 10 December 1997; Times: 0930 h, 2130 h
- Latitude and Longitude are expressed as: 10°34’21” N, 14°26’12” W
- Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.
- Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).
- Lists in the text should follow the style: ... : (1)... ; (2)...; and (3)..., as in, “The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set.”
- Each reference cited in text must be listed in the Literature Cited section, and vice versa. Double check for consistency, spelling and details of publication, including city and country of publisher.
- For manuscripts ACCEPTED for publication but not yet published, cite as Yaz (in press) or (Yaz, in press). Materials already published online can be cited using the digital object identifier (doi)

- Literature citations in the text are as follows:
 - One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)
 - Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)
 - Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.
- Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpublished data). Initials and last name must be provided. 'In prep' or 'submitted' are NOT acceptable, and we encourage authors not to use 'pers. obs.' or 'unpublished data' unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).
- Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).
- Assemble manuscripts in this order:
 - Title page
 - Abstract
 - Key words
 - Text
 - Acknowledgments (spelled like this)
 - Literature cited
 - Tables
 - Appendix (when applicable)
 - Figure legends (one page)
 - Figures
- For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

II. Title Page

(Do not number the title page)

- Running heads two lines below top of page.
LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use Yaz *et al.*)

RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)

- ❑ Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.
- ❑ Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: ‘Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*’, or ‘Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)’
- ❑ Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia’, and NOT ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores’.
- ❑ Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address.
Please refer to a current issue.
- ❑ At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

III. Abstract Page

(Page 1)

- ❑ Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 75 words for Short Communications; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings.
- ❑ Do not use abbreviations in the abstract.
- ❑ **Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted**, and which will be published as Online Supplementary Materials. This second abstract should be submitted as a separate word file.
- ❑ Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See style below. Key words should NOT repeat words used in the title. Authors

should aim to provide informative key words—avoid words that are too broad or too specific.

- *Key words*: Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.—Alphabetized and key words in English only.

IV. Text

(Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).

- No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.
- Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.
- One line space between main heading and text
- Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (*e.g.*, INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
- Use no more than second level headings.
- Do not use footnotes in this section.
- References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to Online Supplementary Material is as ‘Fig. 1S’ or ‘Table 1S’.

V. Literature Cited

(Continue page numbering and double spacing)

- No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.
- Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
- Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
- List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
- Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.
- Authors Names: use SMALL CAPS.

- ❑ **Every** reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.
- ❑ Use journal name abbreviations. If in doubt provide full journal name.
- ❑ Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.
- ❑ Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12
- ❑ Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. In G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Black Publications, Oxford, UK.

VI. Tables

(Continue page numbering)

- ❑ Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.
- ❑ Indicate footnotes by lowercase superscript letters (^a, ^b, ^c, etc.).
- ❑ Do not use vertical lines in tables.
- ❑ Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)

VII. Figure Legends

(Continue page numbering)

- ❑ Double-space legends. All legends on one page.
- ❑ Type figure legends in paragraph form, starting with ‘FIGURE’ (uppercase) and number.
- ❑ Do not include ‘exotic symbols’ (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.
- ❑ Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in ‘FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability’, making sure to include the labels in the relevant plot.

VIII. Preparation of Illustrations or Graphs

Please consult <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp> for detailed information on submitting electronic artwork

- ❑ Black-and-white or half-tone (photographs), drawings, or graphs are all referred to as ‘Figures’ in the text. Consult editor about color figures. Reproduction is virtually identical to what is submitted; flaws will not be corrected. Consult a recent issue of BIOTROPICA for examples.
- ❑ If it is not possible to submit figures embedded within the text file, then submission as *.pdf, *.tif or *.eps files is permissible.
- ❑ Native file formats (Excel, DeltaGraph, SigmaPlot, etc.) cannot be used in production. When your manuscript is accepted for publication, for production purposes, authors will be asked upon acceptance of their papers to submit:
 - Line artwork (vector graphics) as *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size
 - Bitmap files (halftones or photographs) as *.tif or *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size
- ❑ Final figures will be reduced. Be sure that all text will be legible when reduced to the appropriate size. Use large legends and font sizes. We recommend using Arial font (and NOT Bold) for labels within figures.
- ❑ Do not use negative exponents in figures, including axis labels.
- ❑ Each plot/image grouped in a figure or plate requires a label (*e.g.*, A, B). Use upper case letters on grouped figures, and in text references.
- ❑ Use high contrast for bar graphs. Solid black or white is preferred.

IX. Short Communications (up to 2500 words)

Title page should be formatted as with Papers (see above; RRH: “Short Communications”)

- ❑ No section headings.
- ❑ Author(s) address follows literature cited.
- ❑ 1 figure or 1 table only (additional material can be published as Online Supplementary Material).

X. Appendices

- ❑ We do NOT encourage the use of Appendices unless absolutely necessary. Appendices will be published as Online Supplementary Material in almost all cases.
- ❑ Appendices are appropriate for species lists, detailed technical methods, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). If in doubt, contact the editor.

- ❑ Appendices must be referred to in the text, as Appendix 1S. Additional figures and tables may be published as OSM (as described above), but these should be referred to as Fig. 1S, Table 1S.
- ❑ Appendices should be submitted as a separate file.
- ❑ The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to OSM from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case.

NORMAS GERAIS PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGO NA REVISTA HOEHNEA

Hoehnea publica artigos originais, revisões e notas científicas em todas as áreas da Botânica e da Micologia (anatomia, biologia celular, biologia molecular, bioquímica, ecologia, filogenia, fisiologia, genética, morfologia, palinologia, taxonomia), em português, espanhol ou inglês. Trabalhos de revisão são aceitos, excepcionalmente, a critério do Corpo Editorial, não devendo se restringir a compilações bibliográficas, mas conter análise crítica. As notas científicas devem apresentar avanços técnicos ou científicos relevantes.

O artigo deve conter as informações estritamente necessárias para sua compreensão e estar rigorosamente dentro das normas da revista. Deve ser submetido em três vias impressas (original e duas cópias) para: Editor Responsável - Revista Hoehnea, Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, 01061-970 São Paulo, SP, Brasil.

Uma vez aceito para publicação, a versão final deve ser encaminhada em duas vias impressas e em disquete, gravado em "Rich Text Format" (.rtf). Serão fornecidas, gratuitamente, 25 separatas por trabalho publicado.

Preparo do original - utilizar Word for Windows versão 6.0 ou superior, fonte Times New Roman, tamanho 12, em espaço duplo, alinhando o texto pela margem esquerda, sem justificar. Usar papel branco, tamanho A4, com margens de 2 cm. As páginas devem ser numeradas e notas de rodapé evitadas. Não ultrapassar 100 laudas digitadas, incluindo tabelas e figuras. Notas científicas devem se limitar a três laudas.

Primeira página - deve conter o título em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas, evitando níveis taxonômicos, que devem ser utilizados como palavras-chave; nome completo dos autores, com as iniciais maiúsculas e demais minúsculas; nome da instituição, endereço completo dos autores e endereço eletrônico do autor para correspondência devem ser colocados logo abaixo dos nomes dos autores, indicados por numerais sobrescritos; título resumido. Auxílios, bolsas e números de processos devem constar do item Agradecimentos.

Segunda página - deve conter ABSTRACT e RESUMO (ou RESUMEN), iniciando com o título na língua correspondente entre parentêses, em parágrafo único e sem tabulação, com até 150 palavras. Key words e Palavras chave (ou Palabras clave), até quatro, separadas por vírgula e sem ponto final. Não utilizar como palavras-chaves aquelas que já constam do título.

Texto - iniciar em nova página. Os títulos de capítulos devem ser escritos em negrito, com letras maiúsculas e minúsculas, com os seguintes tópicos, quando aplicáveis: Introdução, Material e métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Literatura citada. Resultados e Discussão podem ser combinados. Nomes científicos devem ser grafados em

itálico.

Citação de figuras e tabelas - devem ser referidas por extenso, numeradas em arábico e na ordem em que aparecem no texto. Em trabalhos de taxonomia, a citação de figuras dos táxons deve ser colocada na linha abaixo do táxon, como no exemplo: *Cordia sellowiana* Cham., *Linnaea* 4: 479. 1829. Figuras 7-8

Citação de literatura - usar o sistema autor-data, apenas com as iniciais maiúsculas; quando no mesmo conjunto de citações, seguir ordem cronológica; quando dois autores, ligar os sobrenomes por &; quando mais de dois autores, mencionar o sobrenome do primeiro, seguido da expressão *et al.*; para trabalhos publicados no mesmo ano por um autor ou pela mesma combinação de autores, usar letras logo após o ano de publicação (ex.: 1944a, b, etc.); não utilizar vírgula para separar autor do ano de publicação e sim para separar diferentes citações (ex.: Dyer & Lindsay 1996, Hamilton 1988); citar referências a resultados não publicados da seguinte forma: (Capelari, dados não publicados).

Citação de material de herbário - detalhar as citações de material de herbário de acordo com o seguinte modelo: BRASIL. São Paulo: São Paulo, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, data de coleta (ex.: 10-IX-1900), *coletor e número de coleta* (acrônimo do herbário). Quando há número de coletor, basta citar o acrônimo do herbário; quando não há número de coletor, citar o acrônimo do herbário seguido do número de herbário entre parênteses [ex.: (SP250874)].

Unidades de medida - utilizar abreviaturas sempre que possível; nas unidades compostas utilizar espaço e não barras para indicar divisão (ex.: mg dia⁻¹ ao invés de mg/dia, µg L¹ ao invés de µg/L, deixando um espaço entre número e a unidade (ex.: 200 g; 50 m); colocar coordenadas geográficas sem espaçamento entre os números (ex.: 23°46'S e 46°18'W).

Literatura citada - digitar os autores em negrito, com iniciais maiúsculas e demais minúsculas; seguir ordem alfabética dos autores; para o mesmo autor ou mesma combinação de autores, seguir ordem cronológica; citar títulos de periódicos por extenso; evitar citar dissertações e teses; não citar resumos de congressos, monografias de cursos e artigos no prelo. Seguir os exemplos:

Benjamin, L. 1847. Utriculariae. *In*: C.F.P. Martius (ed.). *Flora Brasiliensis*. Typographia Regia, Monachii, v. 10, pp. 229256, t. 20-22.

Cronquist, A. 1988. An integrated system of classification of flowering plants. 2 ed. New York Botanical Garden, New York, 1262 p.

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

Ettl, H. 1983. Chlorophyta, I. Phytomonadina. *In*: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). Süswasser Flora von Mitteleuropa, Band 9. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 809 p.

Giannotti, E. & Leitão Filho, H.F. 1992. Composição florística do cerrado da Estação Experimental de Itirapina (SP). *In*: R.R. Sharif (ed.). Anais do 8º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, pp. 21-25.

Heywood, V.H. 1971. The Leguminosae - a systematic review. *In*: J.B. Harbone, D. Boulter & B.L. Turner (eds.). Chemotaxonomy of the Leguminosae. Academic Press, London, pp. 1-29.

Trufem, S.F.B. 1988. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 358 p.

Veasey, E.A. & Martins, P.S. 1991. Variability in seed dormancy and germination potencial in *Desmidium* Desv. (Leguminosae). *Revista de Genética* 14: 527-54

Tabelas - utilizar os recursos de criação de tabela do Word for Windows, fazendo cada tabela em página separada; não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela. Iniciar por "Tabela" e numeração em arábico, na ordem em que aparece no texto (ex.: Tabela 1., Tabela 2.), seguidas por título breve e objetivo. Evitar abreviaturas (exceto para unidades) mas, se inevitável, acrescentar seu significado na legenda. Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar nas páginas seguintes, no canto superior esquerdo "Tabela 1. (cont.)", repetindo o cabeçalho, mas não o título.

Figuras - enviar o original das figuras acompanhado de três cópias; colocar cada figura ou conjunto de figuras em páginas separadas, identificadas no verso, a lápis, com o nome do autor; as legendas devem ser colocadas em seqüência, em página à parte, nunca junto às figuras. Cada figura (foto, desenho, gráfico, mapa ou esquema) deve ser numerada em arábico, na ordem em que aparece no texto; letras minúsculas podem ser usadas para subdividir figuras; a colocação do número na figura deve ser, sempre que possível, no canto inferior direito. A altura máxima para uma figura ou grupo figuras é de 230 mm, incluindo a legenda, podendo ajustar-se à largura de uma ou de duas colunas (81 mm ou 172 mm) e ser proporcional (até duas vezes) à área final da ocupação da figura (a área útil da revista é de 230 mm de altura por 172 mm de largura). Desenhos devem ser originais, feitos com tinta nanquim preta, sobre papel branco de boa qualidade ou vegetal; linhas e letras devem estar nítidas o suficiente para permitir redução. Fotografias e gráficos são aceitos em branco e

Lima, A. L.A. Padrões fenológicos de espécies...

preto, e quando coloridos, devem ser custeados pelo autor. A escala adotada é a métrica, devendo estar graficamente representada no lado esquerdo da figura. Utilizar fonte Times New Roman nas legendas de figuras e de gráficos. Figuras com baixa qualidade gráfica ou fora das proporções não serão aceitas.