

## ENOLOGIA REPRODUTIVA DE *MICONIA CINNAMOMIFOLIA* (DC.) NAUDIN (MELASTOMATACEAE), EM FLORESTA SUBMONTANA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

**TÂNIA SAMPAIO PEREIRA**

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Laboratório de Sementes, Rua Pacheco Leão, 915, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-030; e-mail: tpereira@jbrj.gov.br

**WALDIR MANTOVANI**

Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, Caixa Postal 11.461, Cidade Universitária, São Paulo, SP, Brasil, CEP 05422-970

**RESUMO:** O presente estudo objetivou compreender, por intermédio de observações sistemáticas do ciclo de vida, a fenologia floral de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (Melastomataceae), com o intuito de subsidiar o conhecimento sobre o sistema reprodutivo da espécie, de modo a facilitar futuros planejamentos de manejo em sistemas que a incluam. Os dez indivíduos selecionados para acompanhamento fenológico foram marcados em diversas localidades de ocorrência da espécie na área de estudo, a Reserva Biológica de Poço das Antas, no município de Silva Jardim, RJ. As observações mensais permitiram estabelecer um padrão sazonal bem caracterizado para a floração, nitidamente associado ao aumento de temperatura e níveis de irradiância caracterizados pelo verão, assim como às primeiras chuvas após curto período de transição. A floração ocorre em pulsos a intervalos diferenciados, caracterizando floração múltipla, e o padrão de frutificação reflete tais pulsos, exibindo heterogeneidade no amadurecimento dos frutos, que se estende por longa e abundante safra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fenologia, Floresta Pluvial Atlântica, *Miconia cinnamomifolia*.

**ABSTRACT:** The objective of the present study was to understand the floral phenology of *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (Melastomataceae), through systematic observation of its life cycle, in order to acquire more knowledge about the reproductive system of this species aiming at facilitating future management planning for systems that include it. The ten individuals selected for the phenological survey were marked at several locations in which the species under study occurs in the Poço das Antas Biological Reserve, in Silva Jardim, in the state of Rio de Janeiro, Brazil. Monthly observations showed a well-characterized seasonal flowering pattern clearly associated with higher temperatures and irradiance levels characteristic of the summer season, as well as with the first rains after a short transitional period. The flowering process follows a pulse pattern at differentiated intervals, characteristic of multi-flowering species, and the fruiting pattern reflects this and shows heterogeneous fruit ripening throughout a long and abundant production season.

**KEY WORDS:** Phenology, Atlantic Rain Forest, *Miconia cinnamomifolia*.

### INTRODUÇÃO

A fenologia é definida como o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, das causas de sua ocorrência em relação a fatores bióticos e abióticos e das relações entre as fases caracterizadas por esses eventos para a mesma espécie ou para diferentes espécies (Lieth, 1974).

Reed et al. (1994) afirmam que as características sazonais das plantas, tais como emergência e senescência, estão intimamente relacio-

nadas às peculiaridades da baixa atmosfera, que incluem o ciclo anual de mudanças no padrão climático, características térmicas e de umidade.

As mudanças nos eventos fenológicos podem sinalizar variações climáticas importantes de um ano para outro ou mesmo mudanças ambientais globais. A periodicidade e o progresso no desenvolvimento das plantas fornecem importantes informações que per-

mitem inferências acerca da associação das plantas com seu ambiente. O conhecimento fenológico não só permite explicar a relação das plantas com seu ambiente climático e edáfico, mas também é importante no estudo das relações planta-animal de uma comunidade biótica.

A maioria dos autores investiga espécies, populações e comunidades com a intenção de estabelecer padrões fenológicos (Croat, 1975; Newstrom et al., 1993, 1994; Penhalber, 1995). Para tanto, são necessárias observações periódicas e de longa duração de modo a que os resultados sejam consistentes.

Estudos desenvolvidos em florestas tropicais constataram grande diversidade de estratégias fenológicas, as quais contribuem para a manutenção de alta diversidade nestas comunidades (Kageyama, 1987). Entretanto, apesar do crescente interesse em estudos de fenologia nas últimas décadas, pouco se sabe sobre o comportamento fenológico da maioria das espécies tropicais.

A necessidade de estudos que esclareçam os mecanismos reguladores dos ritmos periódicos de crescimento e de reprodução de espécies vegetais em florestas tropicais tem sido ressaltada por diversos autores (Alvin & Alvin, 1976; Morellato et al., 1989; Newstrom et al., 1993). Além do clima, que é o principal fator abiótico associado ao comportamento fenológico das plantas (Bullock & Solis-Magallanes, 1990; Reich & Borchert, 1984; Schaik et al., 1993), muita atenção vem sendo dada ao papel dos fatores bióticos, tais como as interações planta-animal, na evolução dos padrões fenológicos (Bawa, 1974; Daubenmire, 1972; Frankie et al., 1974; Janzen, 1967; Rathcke & Lacey, 1985).

Investigações de longa duração, tais como os dados que Steege & Persaud (1991) compilaram referentes a um período correspondente a cem anos de observações fenológicas na Guiana, confirmam que não é ainda evidente o fator causal da floração e da frutificação nas árvores tropicais, embora sejam mencionados a chuva, a hidratação, as flutuações de temperatura, o fotoperíodo e a irradiação.

San Martin-Gajardo & Morellato (2003), tendo constatado efeito de baixa sazonalidade

de espécies de Rubiaceae em sub-bosque no estado de São Paulo, assinalaram que estudos fenológicos em nível populacional e sobre os fatores que podem influenciar as fenofases em nível individual são importantes para o estabelecimento de causa e efeito na fenologia das plantas naquele ambiente.

Os estudos sobre fenologia reprodutiva das espécies arbóreas geram conhecimentos necessários para a definição de estratégias de conservação e manejo florestal (Mantovani et al., 2003). Assim, com o presente estudo procurou-se compreender, por meio de observações sistemáticas ao longo de 28 meses, a fenologia floral de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin com o intuito de obter mais conhecimento sobre o sistema reprodutivo da espécie, desta forma facilitando futuros planejamentos de manejo em sistemas que a incluam.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A Reserva Biológica Nacional de Poço das Antas está localizada na parte central costeira do estado do Rio de Janeiro, no município de Silva Jardim, entre os paralelos 22°30' e 22°33' de latitude S e os meridianos 42°15' e 42°19' de longitude W Gr. Foi criada inicialmente para proteção do habitat do micoleão-dourado, *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766), e compreende atualmente um mosaico de formações vegetais em vários níveis de degradação. Trata-se de uma das paisagens mais ameaçadas no domínio da Mata Atlântica, em que se encontram as Florestas Ombrófilas Densas baixo-montanas e as Florestas de Terras baixas, popularmente designadas Matas de Baixada (Guedes-Bruni, 1998).

A Reserva Biológica está localizada em uma área de 5.160 ha em uma extensa planície, em pleno domínio das planícies terciárias e quaternárias. Os afloramentos rochosos são raros, aparecendo, em geral, no fundo dos vales, onde a retirada de madeira ou a transformação em pastos facilitou a erosão em regime de correntes.

Segundo Takizawa (1995), os solos da Reserva Biológica são, em sua maioria, álicos, com saturação de alumínio podendo chegar a

89%; os cambissolos estão sob florestas e capoeiras nas encostas; as vegetações associadas às várzeas (floresta inundável, capoeira inundável) estão sobre os solos Gleizados (G1), Aluviais (A) e Orgânicos (O).

De acordo com IBDF/FBCN (1981), a área se encontra sob clima tropical quente e úmido, com temperaturas médias anuais elevadas durante quase todo o ano, sendo as mais elevadas registradas, principalmente, no semestre primavera-verão.

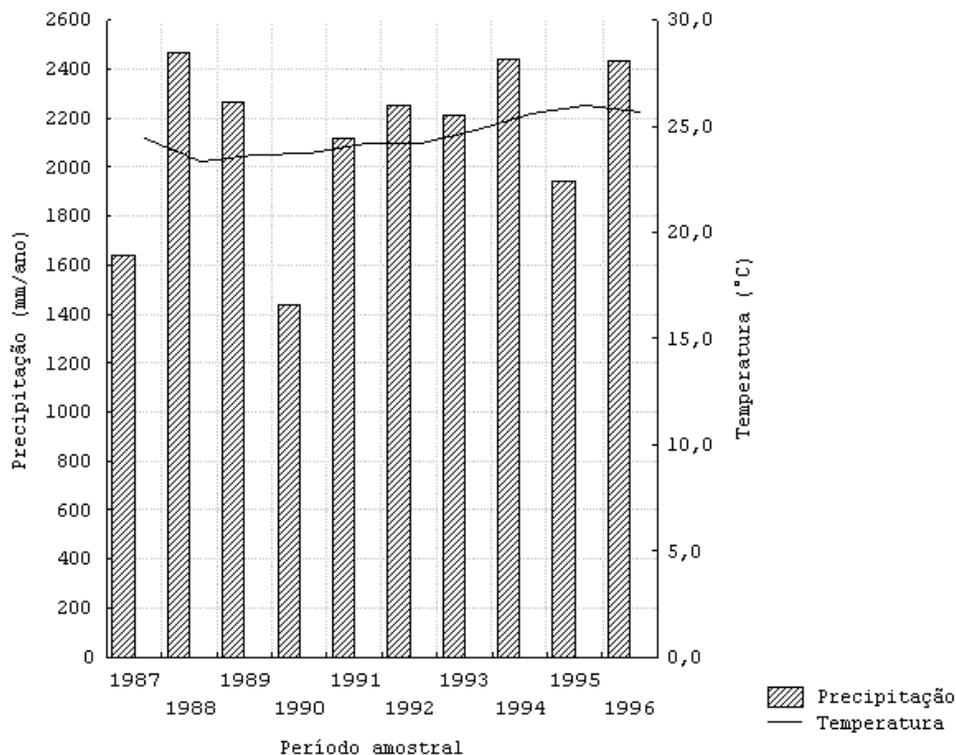
A temperatura média anual para o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, registrada durante esta pesquisa, foi de 24,6°C; a temperatura mais baixa registrada foi de 20,6°C no mês de junho; a temperatura do mês mais quente, registrada em janeiro e fevereiro, foi de 28,3°C.

A análise das temperaturas médias anuais da Reserva Biológica de Poço das Antas, durante a série temporal de 1987 a 1996 (Figura 1), evidencia gradual aumento deste parâme-

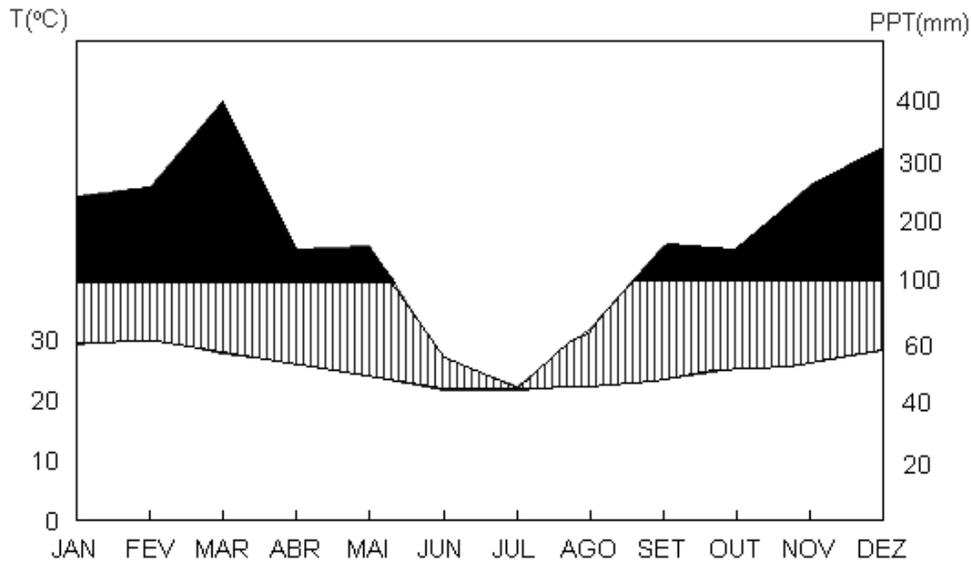
tro no período, tendo sido as maiores médias registradas nos dois últimos anos (1995-1996) e a menor, no ano de 1988.

Com relação ao regime de chuvas, a pluviosidade média anual foi de 2.029 mm para o período de 1987 a 1996. O maior índice pluviométrico correspondeu ao mês de março (302 mm) e o menor (51 mm), ao mês de agosto. A região não apresentou nenhum período de seca ou déficit hídrico, a evapotranspiração real foi igual à potencial em todos os meses e durante os meses de inverno (junho-agosto) não ocorreu excedente hídrico no período analisado.

Segundo a classificação de Thornthwaite, o clima na região é do tipo úmido sem déficit hídrico B2A', megatérmico e com vegetação durante todo o ano, correspondendo à designação de tropical chuvoso com estação seca no inverno (As) de Köppen (Bernardes, 1952 apud Guedes-Bruni, 1998).



**Figura 1** – Distribuição dos totais pluviométricos e das temperaturas médias anuais em um período de dez anos (1987-1996) na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.



**Figura 2** – Diagrama climático da Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ, abrangendo o período de 1994 a 1996. Fonte: Programa Mata Atlântica (1996).

De acordo com o diagrama climático apresentado na Figura 2 e elaborado para os anos de 1994 a 1996, o período de novembro a março se caracterizou como o mais chuvoso e com temperaturas mais altas; os meses de junho, julho e agosto corresponderam ao período menos chuvoso e com temperaturas mais baixas; os meses de abril/maio e setembro/outubro constituíram a transição entre os dois períodos.

A vegetação predominante na Reserva Biológica de Poço das Antas é a floresta pluvial baixo-montana em diferentes estádios sucessionais, circundada por extensas áreas campestres impactadas pelo fogo. Kierulff (1993) constatou, por intermédio de interpretação de imagens de satélite, que apenas 2.873 ha (52,2%) da Reserva estavam cobertos por matas.

De acordo com levantamento aerofotogramétrico mais atual (Lima et al., 2006), foram reconhecidas seis unidades, sendo duas florestais e quatro não florestais. Estima-se que a cobertura florestal em bom estado de conservação da Reserva ocupe uma superfície de 2.608 ha dividida em floresta aluvial (17,9%), floresta submontana (34,3%), floresta com influência fluvial (20,0%) e floresta com influência antrópica (27,9%).

*M. cinnamomifolia* (DC.) Naudin, o jacatirão, é uma espécie secundária inicial, algumas

vezes citada como espécie pioneira (Queiroz, 1994) ou como espécie secundária inicial a secundária tardia (Carvalho, 1994), que apresenta intensa regeneração natural em vários estádios. É uma espécie heliófita que ocorre nas associações mais evoluídas da vegetação secundária (Sampaio, 1997): capoeirões e florestas secundárias situadas nas encostas drenadas e íngremes, principalmente em altitudes de até 200 m (Carvalho, 1994). Muitas vezes domina as capoeiras de 30-40 anos (Oliveira et al., 1996; Sampaio, 1997) e como árvore de grande porte, pode ser encontrada também nas clareiras das florestas maduras, atingindo entre 25 m e 28 m de altura.

A espécie *M. cinnamomifolia* (DC.) Naudin é característica da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), sendo encontrada nas formações submontanas. Em Minas Gerais, é assinalada na Floresta Estacional Semidecidual ou “Mata Seca” e, segundo Carvalho (1994), ocorre ainda na restinga.

Wurdack (1962) descreveu o jacatirão para a flora de Santa Catarina com as seguintes características: apresenta raminhos jovens delicadamente comprimidos a quadrangulares, passando a cilíndricos; os nós apresentam estípulas interpeciolares envolvendo-os 1,0 mm acima; pecíolos com 1,0-1,5 cm; lâmina foliar medindo 6,0-10,0 cm x 2,5-5,0 cm,

oblonga-ovada, preferencialmente abrupta ou curtamente truncado-acuminada; base de largo-aguda a obtusa, coriácea, 3-5 subnervada (frequentemente curto pseudoplinervada com as laterais partindo paralelas da base muito junto da nervura principal de 3,0-7,0 mm); a venação é finamente reticulada, inteira ou complexamente serreada no ápice; panícula com 3,0-8,0 cm de comprimento, amplamente piramidal e muito florida, com aglomerado de flores pentâmeras curtamente pediceladas (0,5-2,0 mm); as bractéolas oblongas e precocemente caducas têm 1,0-2,0 mm de comprimento e são inseridas na base do hipanto; o hipanto é 10 sulcado, com 1,5-2,0 mm de comprimento; os limbos são caducos com lobos internos arredondados e excedem em 0,3 mm o diminuto dente externo; as pétalas têm 2,0 mm x 1,5 mm, são oblongo-ovadas e arredondadas, apicalmente granuladas; as anteras têm 1,5 mm de comprimento com um poro largo; o conectivo é basalmente prolongado (0,4 mm) com dois diminutos dentes ventrais e um semi-circular ou truncado-lanceolado; há apêndice dorsal de 0,2-0,3 mm de comprimento; o ovário é trilocular, 1/2 inferior e glabro. A espécie tem fruto bacídio globoso dorsiventralmente achatado, que na maturação vai de verde (de consistência rígida) a atro-purpúreo (de consistência muito macia), passando por verde-amarelado e verde-azulado (arroxeado); apresenta marca circular apical, cicatriz deixada pela inserção dos dentes do hipanto; os sulcos do hipanto desaparecem no fruto maduro; sementes 3-45, trifacetadas, de coloração pardo-amarelada, com mácula negra em uma das faces; óvulos abortados muito frequentes no mesocarpo sucoso.

### ACOMPANHAMENTO FENOLÓGICO

Os indivíduos selecionados para o acompanhamento fenológico foram marcados em diversas localidades no gradiente de sucessão secundária que caracteriza a Reserva Biológica de Poço das Antas.

A frequência de observação dos eventos fenológicos foi mensal sobre dez indivíduos reprodutivos, durante o período de abril de 1994 a julho de 1996. As observações foram fei-

tas com auxílio de binóculos (alcance 12 x 24), sempre na menor distância possível da copa, visando otimizar a visualização das fenofases. Foram acompanhadas as seguintes fenofases: botões florais, flores abertas, frutos verdes, frutos maduros. Para o acompanhamento da fenologia floral foi construída uma torre de observação, de cerca de 9 m de altura, próxima a dois indivíduos adultos (com 10 m e 16 m de altura), o que permitiu o acesso à copa para o acompanhamento da florada e a contagem de frutos. O amadurecimento dos botões e a abertura das flores foram acompanhados por meio de visitas inicialmente semanais e, posteriormente, diárias.

Para verificar diferenças na radiação fotossinteticamente ativa entre as estações do ano, este parâmetro foi registrado, com auxílio de um quantum-radiômetro-fotômetro LI-COR (Modelo LI-189) equipado com Line Quantum Sensor (LI-1000), a cada estação (primavera, verão, outono e inverno) em 20 diferentes pontos amostrais da Reserva, sendo um destes o controle a pleno sol. Para efeito de análise, foi considerada a média dos pontos amostrados. A análise de variância (ANOVA) foi feita para valores de radiação fotossinteticamente ativa no nível de significância de 95% pelo teste F de Scheffé (Zar, 1996).

## RESULTADOS

### EVENTOS FENOLÓGICOS ASSOCIADOS À FLORAÇÃO

*Miconia cinnamomifolia*, de acordo com a classificação proposta por Newstrom et al. (1993, 1994), apresenta ciclo anual regular de floração, cuja amplitude é intermediária (de 1 mês a 5 meses) tanto para os indivíduos quanto para a população, constituindo a fenofase mais bem marcada da espécie. A floração nesta espécie é um evento sazonal típico (Newstrom et al., 1993), ocorrendo no início do verão, quando das primeiras chuvas desta estação (Figura 3). A radiação fotossinteticamente ativa registrada para o verão no período de 1994-1996 foi significativamente maior quando comparada à das demais estações (Tabela 1).

Os botões são conspícuos na periferia das copas a partir da primeira quinzena de outubro (Figura 4), conferindo-lhes aspecto

bem diferente, que contrasta com a folhagem nova. A floração do tipo múltipla, segundo classificação de Gentry (1974), é a que mais caracteriza a espécie no tocante à forma de abertura das flores (Figura 5), que ocorre em pulsos ao longo do período de floração, sendo sincrônica entre os indivíduos de porte semelhante (Figura 6). No entanto, a classificação de cornucópia, do mesmo autor, pode ser também associada à espécie, tanto no que diz respeito à atração de muitos tipos de polinizadores quanto no que se refere ao longo tempo de duração da florada.

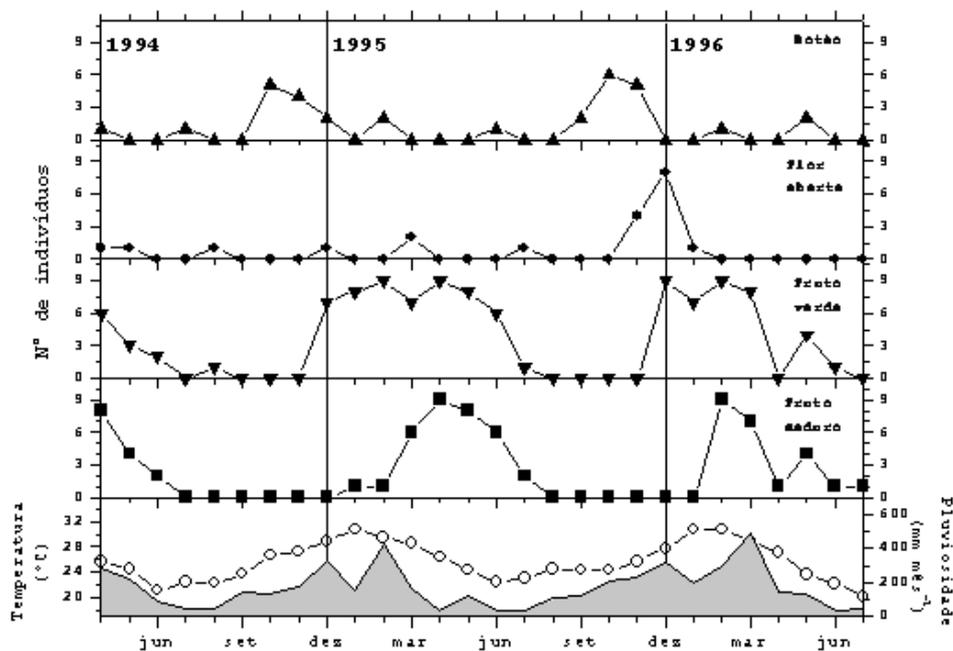
O amadurecimento dos botões, ou seja, o período de crescimento e exposição do ápice das pétalas brancas, tem duração de aproximadamente 30 dias. Os botões em desenvolvimento podem ser observados no início de novembro, quando a florada tem início, e esta se estende até o final de dezembro ou meados de janeiro, ocasião em que se observam os primeiros frutos. Os exemplares observados apresentaram, ainda, pulsos de pequenas floradas, raras e esparsas no período de abril a junho, fora da época reprodutiva, o que, no entanto, não representa o padrão da espécie.

A frutificação é longa e heterogênea em cada infrutescência, na copa e na árvore. Conforme demonstrado no fenograma (Figura 3),

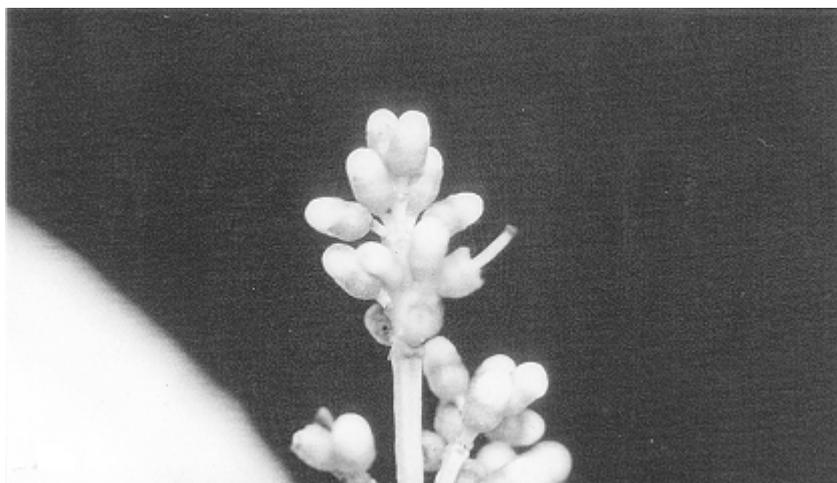
a ocorrência de frutos maduros foi observada de janeiro até agosto, englobando não só o período chuvoso e com altas temperaturas, mas também períodos de transição com temperaturas mais amenas e menor pluviosidade (Figura 1).

*Miconia cinnamomifolia* apresenta maturação de frutos muito heterogênea tanto na copa quanto em cada infrutescência (Figura 7) e são encontrados frutos em diversas fases de maturação, distribuídos de maneira desigual, em cada ramo (Pereira & Mantovani, 2001).

O início da frutificação ocorre aproximadamente 30 dias após a antese, quando os frutos diminutos deixam a forma cupuliforme do hipanto e assumem formato globoso, semelhante ao do fruto maduro. Aos 90 dias após a antese podem ser diferenciadas quatro fases distintas de frutificação: frutos verdes, frutos verde-amarelados, frutos verde-azulados e frutos negros (Figura 8). Cada uma dessas fases é acompanhada de crescimento em tamanho, embora não seja diretamente proporcional à maturação, podendo-se encontrar frutos de diversos tamanhos em cada uma das fases citadas (Figura 9). Do meio para o final da safra foi registrada mais uma fase, a dos frutos secos, que pode pertencer a qualquer uma das fases anteriores.



**Figura 3** – Fenograma de *Miconia cinnamomifolia* para as fenofases de botão floral, flor aberta, fruto verde e fruto maduro e distribuição de temperaturas médias mensais (—○—) e de precipitação (■), no período de abril de 1994 a julho de 1996, na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.



**Figura 4** - Floração de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin na Reserva Biológica de Poço das Antas, fase de botão floral.

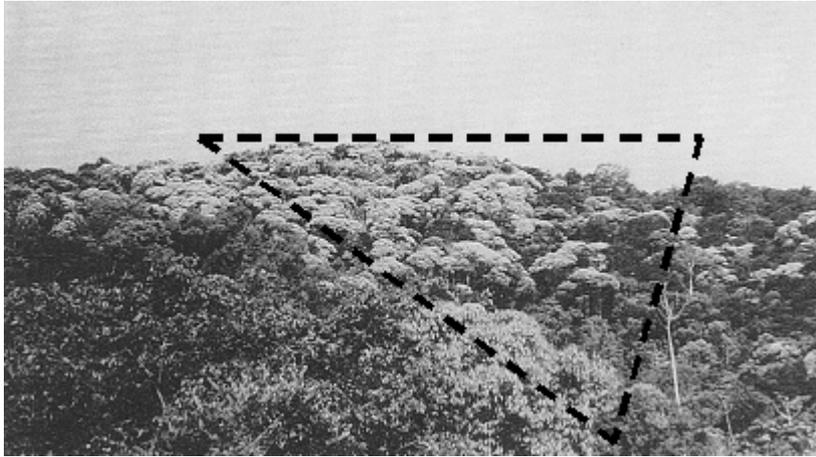
**Tabela 1** – Análise de variância da radiação fotossinteticamente ativa registrada no período de 1994-1996 na Reserva Biológica de Poço das Antas.

Estação	Média da radiação fotossinteticamente ativa ( $\mu\text{mol. m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Desvio padrão
Verão	193,79	$\pm 379,54a$
Inverno	89,34	$\pm 123,51b$
Primavera	111,33	$\pm 238,28bc$
Outono	38,05	$\pm 72,74bd$

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no nível de 95% de significância pelo teste F de Scheffé.



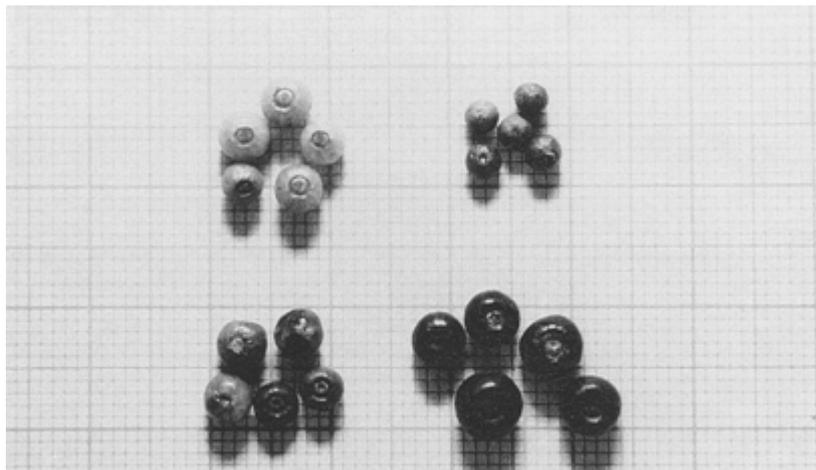
**Figura 5** - Floração de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ, fase de panículas com flores abertas.



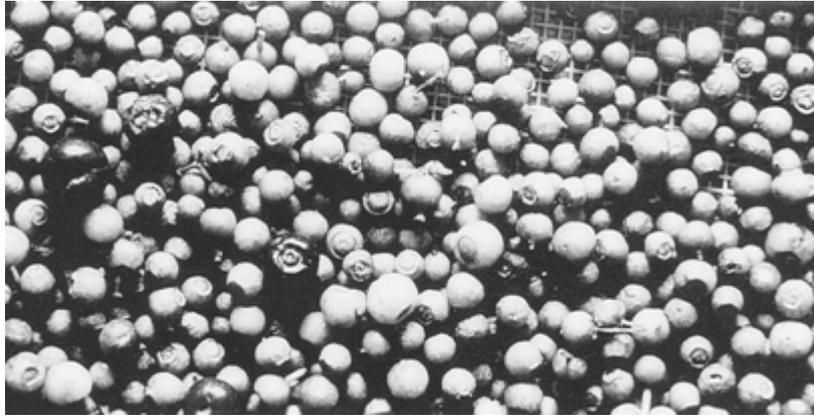
**Figura 6** - Exemplares floridos de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ, no gradiente de sucessão da floresta submontana.



**Figura 7** - Infrutescência de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.



**Figura 8** - Frutos de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin em diferentes estádios de maturação na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.



**Figura 9** - Maturação de frutos de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin na colheita na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.

### FENOLOGIA FLORAL

As flores de *Miconia cinnamomifolia* dispõem-se em panículas congestionadas (Figura 5), com cerca de 10,0 cm de comprimento e possuem hipanto verde, com cerca de 1,5 mm de comprimento, pétalas e anteras brancas, estas com cerca de 3,5-4,0 mm de comprimento. Pela análise de 20 panículas, pôde-se registrar valor médio de 274 ( $\pm 82,34$ ) flores por inflorescência. A maturação dos botões (Figura 10, a-d) ocorre de forma assincrônica e sem localização determinada, isto é, os primeiros a abrir encontram-se em diferentes posições nas inflorescências.

O início da abertura dos botões dá-se por volta das 19h00, quando as pétalas, que estão em posição vertical, experimentam afastamento entre si no ápice (Figura 10, d). Nesse estágio mais desenvolvido dos botões, o estigma capitado começa a tornar-se exerto, encontrando-se no nível do ápice das pétalas ainda eretas.

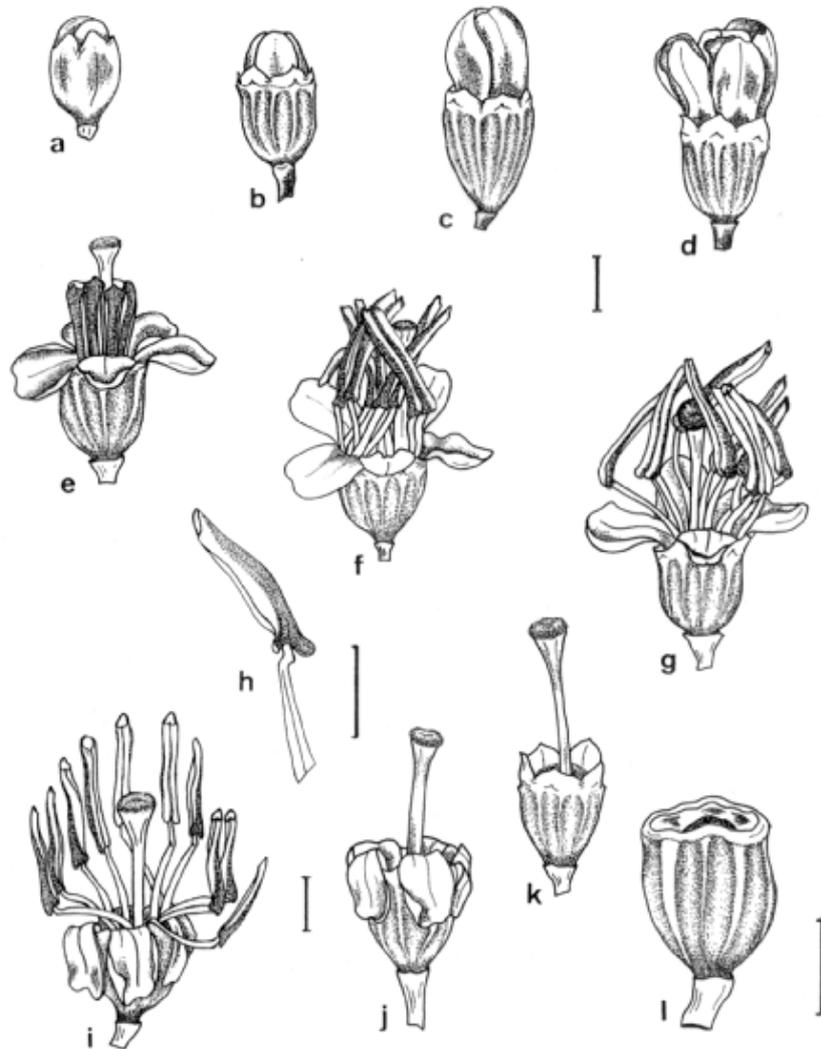
As flores parcialmente abertas, cujos estames ainda não se distenderam, exibem pétalas patentes, com os filetes dobrados e as anteras infletidas, voltadas para a base do ovário (Figura 10, e). O distendimento dos estames é assincrônico, pois flores com pétalas patentes exibem estames tanto envolvendo o estilete (Figura 10, f) quanto ainda infletidos. Após 30-35 minutos dessa fase floral, os filetes começam um movimento de afastamento do eixo da flor quase simultâneo (Figura 10,

g), ao mesmo tempo em que as pétalas começam a tornar-se reflexas. A abertura total das flores dá-se entre 4h00 e 5h00, justamente nas primeiras luzes da manhã, quando é intensa a fragrância exalada pelas flores. Os estames, entretanto, só estarão totalmente distendidos por volta das 6h00 ou até 7h00, quando assumem posição vertical, envolvendo completamente o estilete e o estigma, e as anteras, sobre este, iniciam a abertura dos poros. Esse movimento dos estames durante a abertura das flores parece estar associado ao período de maturação e abertura das anteras e à conseqüente disponibilidade dos grãos de pólen.

Após aproximadamente 50 minutos da abertura total das flores, os poros das anteras estão completamente abertos (Figura 10, h) e os filetes totalmente expandidos, quase formando um ângulo reto com o estilete (Figura 10, i), e as pétalas estão reflexas.

Após essa fase, e concomitantemente à fertilização dos óvulos, o processo de senescência das flores caracteriza-se pela queda de suas peças, iniciando-se pelos estames (Figura 10, j), posteriormente pelas pétalas (Figura 10, k) e, finalmente, o estilete e o cálice, permanecendo o hipanto, que envolve o fruto jovem (Figura 10, l).

As flores não produzem néctar e o odor fortemente cítrico-adocicado, liberado pelas anteras, ocorre antes mesmo das flores estarem completamente abertas. Testes rápidos com vermelho neutro evidenciaram glândulas de odor localizadas nas anteras.



**Figura 10** - Fenologia floral em *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin: a-d. maturação dos botões florais; e. abertura da flor; h. detalhe da antera; i. flor na antese; j/k. flores passadas; l. fruto jovem. Escala: 1 mm.

## DISCUSSÃO

### EVENTOS REPRODUTIVOS

*Miconia cinnamomifolia* apresenta ciclo de floração sazonal associado às primeiras chuvas e ao aumento significativo das temperaturas e irradiância que caracterizam o verão. Mantovani et al. (2003) registraram a floração da espécie em dezembro no estado de Santa Catarina e compilaram dados de outros autores que registraram o evento em novembro. A sazonalidade da floração também foi observada em outros estudos fenológicos realizados no sudeste brasileiro (Ferraz et al., 1999; Morellato 1991, 1992; Morellato et al., 1989; Talora e Morellato, 2000).

Segundo alguns autores, nos trópicos, os fatores ambientais que iniciam a floração são as chuvas ou as trocas de umidade depois de um período de estiagem (Augsburger, 1979; Borchert, 1983, 1996; Morellato, 1991, 1992; Morellato et al., 1989).

Ferraz et al. (1999) indicam várias espécies com início de floração na estação chuvosa em fragmento da Floresta Atlântica no estado de São Paulo. Como nas regiões tropicais o clima é mais caracterizado pelas estações seca e úmida, as quais exercem grande influência no comportamento fenológico das espécies, Reich & Borchert (1984) sugerem que a variação sazonal na disponibilidade de água deve determinar o desenvolvimento sazonal das árvores tropicais.

Aparentemente, a maioria das espécies arbóreas tropicais floresce assim que haja balanço hídrico positivo (Borchert, 1983; Opler et al., 1976). Pedroni et al. (2002) constataram a importância da estação chuvosa para a ocorrência da floração em *Copaifera langsdorfii*, embora isto tenha sido presenciado para somente 25% da população estudada. Esse dado pode indicar que, antes da antese, os primórdios florais se encontram em estado de descanso imposto pelo período de seca, que pode ser quebrado com o aumento da umidade ambiente. Mori & Pipoly (1984) verificaram que a floração do tipo explosivo de *Miconia minutiflora* é induzida pela chuva. Esse comportamento se aproxima do observado para os exemplares de *M. cinnamomifolia* acompanhados na Reserva Biológica de Poço das Antas, pois os totais pluviométricos em elevação coincidiram com o amadurecimento e a abertura dos botões em novembro/dezembro. Esse padrão também se reflete nos pulsos de abertura ao longo da florada múltipla.

Além dos fatores relacionados à umidade, que são considerados os principais no controle da floração de árvores tropicais (Frankie et al., 1974), o fotoperíodo e a temperatura também são apontados como fatores indutores da floração (Alvin & Alvin, 1976). Os estudos de Njoku (1963) e Lawton & Akpan (1968, apud Frankie et al., 1974), conduzidos na África, sugerem que as mudanças no fotoperíodo podem ser um estímulo importante na indução da floração. Assim sendo, a indução da floração em *M. cinnamomifolia* pode estar associada não só ao balanço hídrico positivo, após o reduzido período de transição na região deste estudo (setembro), mas também ao aumento das temperaturas ambientes e ao pico de irradiância observado no verão. Tal comportamento se repetiu ao longo dos 28 meses de observação da espécie na área de estudo.

Wright & Schaik (1994) comentam a possibilidade de haver correlação entre a floração e o pico de irradiância quando há disponibilidade de água, mesmo nas estações secas, induzindo a brotação e a floração. Estudando duas espécies de *Conostegia* (Melastomataceae) na Costa Rica, Umaña Doderó (1988) também constatou correlação direta e altamente significativa entre floração e radiação solar,

embora para as espécies em questão esta associação tenha sido observada no período de seca, diferindo do verificado para *M. cinnamomifolia* nesta pesquisa.

*Miconia cinnamomifolia* não apresenta floração precoce, o que confirma que a espécie não é pioneira típica. A classe reprodutiva dessa espécie começa com indivíduos entre 5 m a 6 m de altura, quando as copas têm forma piramidal, e mesmo assim apresentam floradas irregulares em termos de quantidade e frequência de ocorrência.

A floração do tipo múltipla, envolvendo milhares de flores, como em *M. cinnamomifolia*, cuja abertura se dá em pulsos com diferenças entre 2 dias a 5 dias, tem como consequência a heterogeneidade na maturação dos frutos. Tal fenômeno pode ser induzido pelas flutuações de umidade e temperatura associadas a esse período. A amplitude da frutificação, que é reflexo das múltiplas floradas e do amadurecimento heterogêneo dos frutos, representa um recurso seguro para a fauna durante um longo período. Goldenberg (1994) registrou também que a floração em pulsos é a mais comum entre sete espécies de *Miconia* estudadas no Cerrado no estado de São Paulo.

Kang & Bawa (2003) comentam que a duração da floração em espécies pertencentes aos primeiros estádios da sucessão florestal é mais longa em comparação com as espécies mais tardias. No entanto, esse não parece ser o caso de *M. cinnamomifolia*, talvez por que seus exemplares, embora entrem no início do processo sucessional, permaneçam em formações florestais mais maduras (Pereira, dados não publicados).

## PRODUÇÃO DE FRUTOS

A época de produção de frutos é determinada por uma complexa mistura de fatores bióticos, tais como a abundância de dispersores, e de fatores abióticos, como a chuva (Lewy, 1990).

De acordo com Lee (1990), as duas variáveis relacionadas à maturação dos frutos mais conhecidas são o tempo para a sua origem e a sua localização na planta ou na inflorescência, embora não se saiba a real importância de uma em relação à outra na alocação de nu-

trientes para a maturação dos frutos. O autor afirma que as bases fisiológicas da maturação de frutos e sementes não são completamente conhecidas, pois os resultados da maioria dos estudos citam dois modelos: um postula que os frutos são sugadores de recursos, competindo com os órgãos vegetativos por nutrientes, água e outros compostos; o outro postula que os fitormônios produzidos pelos frutos e pelas sementes para o seu desenvolvimento teriam ação inibitória ao crescimento e ao desenvolvimento das unidades reprodutivas vizinhas. Tais modelos, no entanto, segundo Lee (1990), não seriam mutuamente excludentes, pois fatores nutricionais e fitormônios inibitórios poderiam interagir.

A maturação dos frutos heterogênea, tanto na copa quanto em cada infrutescência, induz um padrão que pode sugerir alocação parcial de nutrientes. Esses nutrientes se distribuem tanto na floração em pulsos como na frutificação de maneira a suprir a planta em estádios, à medida que esta solicita recursos para finalizar os processos do desenvolvimento reprodutivo (botões florais ou desenvolvimento dos frutos jovens).

Reis & Fantini (2000) afirmam que estudos sobre fenologia reprodutiva de espécies arbóreas são necessários para fornecer parâmetros com vistas à conservação e exploração racional, conciliando sustentabilidade com economicidade.

Mantovani et al. (2003) registraram a frutificação de *M. cinnamomifolia* em março no estado de Santa Catarina e apresentaram dados de outros autores mencionando que a frutificação desta espécie varia entre março e abril.

No presente estudo, pela amplitude da frutificação de *M. cinnamomifolia*, não foi possível relacionar a maturação dos frutos aos fatores abióticos. Entretanto, é possível associar a maturação fisiológica das sementes ao meio da safra (Pereira & Mantovani, 2001), pois neste período o teor de umidade das sementes apresenta-se mais reduzido e o percentual de germinação, mais alto, indicando que esta é a melhor época para a coleta de sementes objetivando maximização da safra e garantia de sucesso na produção de mudas desta espécie.

Uma vez que não foi possível relacionar os padrões de floração e frutificação com a lo-

calização dos indivíduos no gradiente sucessional da área de estudo, este parâmetro não pôde ser utilizado como ferramenta no manejo das populações de *M. cinnamomifolia* presentes na Reserva Biológica de Poço das Antas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe de técnicos da Reserva Biológica de Poço das Antas e, em especial, a: Cíntia Luchiari, Luiz Fernando Duarte de Moraes, Adilson Pintor e Antônio Tavares, pelo auxílio nas tarefas de campo; Maria Lucia M. N. da Costa, pelos gráficos; Programa Mata Atlântica, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, pelo suporte financeiro para as atividades de campo.

## REFERÊNCIAS

- Alvin, P. T. & R. Alvin.** 1976. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees, p. 445-464. *In*: P. B. Tomlinson & M. H. Zimmermann (Eds), *Tropical trees as living systems*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Augspurger, C. K.** 1979. Irregular rain cues and the germination and seedling survival of a Panamanian shrub (*Hybanthus prunifolius*). *Oecologia* 44: 53-59.
- Bawa, K. S.** 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evol.* 28: 85-92.
- Borchert, R.** 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica* 15: 81-89.
- Borchert, R.** 1996. Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *J. Trop. Ecol.* 12: 65-80.
- Bullock, S. H. & Solis-Magallanes, J. A.** 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22: 22-35.
- Carvalho, P. E. R.** 1994. Espécies florestais brasileiras. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. EMBRAPA/CNPQ, Brasília, 640 p.

- Croat, T. B.** 1975. Phenological behavior of habitat and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). *Biotropica* 7:270-277.
- Daubenmire, R.** 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. *J. Ecol.* 60: 147-170.
- Ferraz, D. K., R. Artes, W. Mantovani & L. M. Magalhães.** 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Rev. Brasil. Biol.* 59: 305-317.
- Frankie, G. W., H. G. Baker & P. A. Opler.** 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881-913.
- Gentry, A. H.** 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6: 64-68.
- Goldenberg, R.** 1994. Estudos sobre a biologia reprodutiva de espécies de Melastomataceae de Cerrado em Itirapina, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 88 p.
- Guedes-Bruni, R. R.** 1998. Composição, estrutura e similaridade florística de dossel em seis unidades fisionômicas de Mata Atlântica no Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 175 p.
- IBDF/FBCN.** 1981. Plano de manejo da Reserva Biológica de Poço das Antas. Brasília. 94 p.
- Janzen, D. H.** 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evol.* 21: 620-637.
- Kang, H. & K. Bawa.** 2003. Effects of successional status, habitat, sexual systems, and pollinators on flowering patterns in tropical rain forest trees. *Am. J. Bot.* 90: 865-876.
- Kageyama, P. Y.** 1987. Conservação "in-situ" de recursos genéticos de plantas. *IPEF* 35: 7-37.
- Kierulff, M. C. M.** 1993. Uma avaliação das populações silvestres de mico-leão-dourado, *Leontopithecus rosalia*, e uma proposta de estratégia para a conservação da espécie. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 165 p.
- Lee, T. D.** 1990. Patterns of fruit and seed production, p. 179-209. *In:* J. Lovett-Doust & L. Lovett-Doust (Eds), *Plant reproductive ecology: patterns and strategies*. Oxford, Oxford University Press.
- Levey, D. J.** 1990. Habitat-dependent fruiting behavior of an understory tree, *Miconia centrodesma*, and tropical treefall gaps as keystone habitats for frugivores in Costa Rica. *J. Trop. Ecol.* 6: 409-420.
- Lieth, H.** 1974. Phenology and seasonality modeling. Springer-Verlag, New York, 437 p.
- Lima, H. C. de, S. Iwamoto, S. V. Granzotto, J. di Ciero, R. R. Guedes-Bruni & S. V. A. Pessoa.** 2006. Caracterização fisionômico-florística e mapeamento da vegetação da Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 57: 369-389.
- Mantovani, M., A. R. Ruschel, M. S. Reis, A. Puchalski & R. O. Nodari.** 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. *Rev. Árvore* 27: 451-458.
- Morellato, L. P. C.** 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 176 p.
- Morellato, L. P. C.** 1992. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi, p. 98-109. *In:* L. P. C. Morellato (Org), *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas, Editora da Unicamp.
- Morellato, L. P. C., R. R. Rodrigues, H. F. Leitão Filho & C. A. Joly.** 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Rev. Brasil. Bot.* 12: 85-98.
- Mori, S. A. & J. J. Pipoly.** 1984. Observations on the big bang flowering of *Miconia minutiflora* (Melastomataceae). *Brittonia* 36: 337-341.
- Newstrom L. E., G. W. Frankie & H. G. Baker.** 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26:141-159.

- Newstrom L. E., G. W. Frankie, H. G. Baker & R. K. Colwell.** 1993. Diversity of long-term flowering patterns, p. 142-160. *In*: L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide & G. S. Hartshorn (Eds), *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rainforest*. Chicago, University of Chicago Press.
- Njoku, E.** 1963. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. I. Observations on mature trees. *J. Ecol.* 51: 617-624.
- Oliveira, R. R., T. S. Pereira, P. D. Sampaio & D. F. Lima.** 1996. Utilização de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (Melastomataceae) como indicadora da idade de florestas secundárias no Rio de Janeiro. *In*: 47º Congresso Nacional de Botânica, Nova Friburgo, Resumos. Rio de Janeiro, Sociedade Botânica do Brasil, p. 365.
- Opler, P. A., G. W. Frankie & H. G. Baker.** 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeography* 3:231-236.
- Pedroni, F., M. Sanchez & F. A. M.Santos.** 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorfii* Desf. Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* 25: 183-194.
- Penhalber, E. F.** 1995. Fenologia, chuva de sementes e estabelecimento de plântulas em um trecho de Mata em São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 124 p.
- Pereira, T. S. & W. Mantovani.** 2001. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 15: 335-348.
- Programa Mata Atlântica.** 1996. Relatório anual. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 267 p.(não publicado).
- Queiroz, M. H. de.** 1994. Approche phytologique des formations végétales secondaires développées après activités agricoles dans le domaine de la forêt ombrophile dense de versant à Santa Catarina - Brésil. Tese de Doutorado. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, 239 p.
- Rathcke, B. & E. P. Lacey.** 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16:179-214.
- Reed, B. C., J. F. Brown, D. Vanderzee, T. R. Loveland, J. W. Merchant & D. O. Ohlen.** 1994. Measuring phenological variability from satellite imagery. *J. Veg. Sci.* 5: 703-714.
- Reich, P. B. & R. Borchert.** 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 72:61-74.
- Reis, M. S. & A. C. Fantini.** 2000. Sustainable management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a palm tree from the Atlantic tropical forest, Brazil. *J. Sustain. Forest.* 11: 1-17.
- Sampaio, P. D.** 1997. Florística e estrutura de Floresta Atlântica secundária: Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Ilha Grande, RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 113 p.
- San Martin-Gajardo, I. & L. P. C. Morellato** 2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* 26: 299-309.
- Schaik, C. P. van, J. W. Terborgh & S. J. Wright.** 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.
- Steege, S. ter & Persaud, C. A.** 1991. The phenology of Guyanese timber species: a compilation of a century of observations. *Plant Ecol.* 95: 177-198.
- Takizawa, F. H.** 1995. Levantamento pedológico e zoneamento ambiental da Reserva Biológica de Poço das Antas. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 56 p.
- Talora, D. C. & P. C. Morellato.** 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* 23: 13-26.
- Umaña Doderó, G.** 1988. Fenología de *Conostegia oerstediana* Berg. ex Triana y *C. xapensis* (Bonpl.) D. Don. (Melastomataceae) en

- el Bosque del Niño, Reserva Florestal de Grecia, Costa Rica. *Brenesia* 30: 27-37.
- Wright, S. J. & C. P. van Schaik.** 1994. Light and the phenology of tropical trees. *Am. Naturalist* 143: 192-199.
- Wurdack, J. J.** 1962. Melastomataceae of Santa Catarina. *Sellowia* 14: 157-58.
- Zar, J. H.** 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey. 662 p.

Recebido em 14.IX.2006  
Aceito em 30.XII.2007