

Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil

EDMILSON BIANCHINI^{1,3}, JOSÉ ANTONIO PIMENTA¹ e FLAVIO ANTONIO MAËS DOS SANTOS²

(recebido: 10 de fevereiro de 2005; aceito: 5 de outubro de 2006)

ABSTRACT – (Phenology of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) in semideciduous forest in southern Brazil). Phenological patterns of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. were investigated from May 1995 to December 1997 in a tropical semideciduous forest in southern Brazil (23°27' S and 51°15' W). Forty trees were monthly observed for changes on leaf fall and flushing, flowering, and fruiting. The leaf fall occurred in the dry period while leaf flushing, flowering and dispersion occurred at the beginning of the wet season. Except fruiting, all phenophases were highly synchronized. The majority of individuals flowered annually, although they did not fruit annually. Leaf fall was negatively associated with rainfall and temperature and flowering was positively associated with daylength.

Key words - flowering, fruiting, leaf fall, phenology

RESUMO – (Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil). A fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. foi investigada de maio de 1995 a dezembro de 1997 em uma floresta semidecídua do Sul do Brasil (23°27' S e 51°15' W). Quarenta indivíduos foram observados mensalmente, com anotações sobre queda e brotamento das folhas, floração e frutificação. A abscisão de folhas ocorreu durante o período seco enquanto que o brotamento, a floração e a dispersão ocorreram no início do período úmido. Observou-se sincronia alta entre os indivíduos para todas as fenofases, exceto para a frutificação. A maioria dos indivíduos floresceu anualmente, embora nem todos frutificaram anualmente. A queda de folhas correlacionou-se com a precipitação e a temperatura, enquanto que a floração correlacionou-se com o fotoperíodo.

Palavras-chave - abscisão de folhas, fenologia, floração, frutificação

Introdução

Grandes variações nos padrões sazonais de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo são observadas entre as espécies arbóreas tropicais (Frankie *et al.* 1974, Reich 1995, Morellato *et al.* 2000, Callado *et al.* 2001). Em florestas estacionais, a abscisão de folhas geralmente ocorre durante o período seco (Reich & Borchert 1984, Morellato & Leitão Filho 1990, Reich 1995, Justiniano & Fredericksen 2000, Pedroni *et al.* 2002, Singh & Kushwaha 2006), enquanto que a produção de folhas e a floração tanto podem ocorrer durante o período seco, como no período chuvoso (Frankie *et al.* 1974, Reich & Borchert 1984, Reich

1995, Justiniano & Fredericksen 2000, Pedroni *et al.* 2002, Singh & Kushwaha 2006). Entre os fatores abióticos, o fotoperíodo (Borchert 2000, Borchert & Rivera 2001, Callado *et al.* 2001, Rivera & Borchert 2001, Singh & Kushwaha 2006), a irradiação (van Schaik *et al.* 1993, Wright & van Schaik 1994), a precipitação (Opler *et al.* 1976, Brienen & Zuidema 2005, Singh & Kushwaha 2006) e o estresse hídrico (Reich & Borchert, 1984, Borchert 2000, Singh & Kushwaha 2006) são citados como fatores relacionados à periodização de eventos fenológicos.

Em análises de comunidades, as variações fenológicas entre as espécies não são claras, sendo necessários estudos em níveis populacionais ou individuais para se entender os padrões (Sun *et al.* 1996, Adler & Kielinski 2000, Singh & Kushwaha 2006). Em razão da escassez de informações detalhadas sobre a fenologia de espécies arbóreas das florestas estacionais semidecíduais do Brasil (Dias & Oliveira-Filho 1996, Pedroni *et al.* 2002) e da importância destes estudos para a conservação (McLaren & McDonald 2005), avaliou-se o comportamento fenológico de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae), uma das principais espécies dos

1. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Caixa Postal 6001, 86051-970 Londrina, PR, Brasil.
2. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Caixa Postal 6109, 13083-970 Campinas, SP, Brasil.
3. Autor para correspondência: bianchi@uel.br

remanescentes de florestas estacionais semidecíduais do Paraná (Soares-Silva *et al.* 1992, 1998, Silva *et al.* 1995, Bianchini *et al.* 2003). Estudo em um destes remanescentes, o Parque Estadual Mata dos Godoy, indicou que esta espécie apresentava maior abundância e maior flutuação numérica de indivíduos nas áreas com alagamentos esporádicos que nas áreas não alagáveis (Bianchini 1998).

O objetivo deste estudo foi descrever a fenologia de *C. gonocarpum*, visando obter informações sobre a biologia da espécie, contribuindo com outros estudos sobre dinâmica e estrutura populacional. As principais questões levantadas foram: A espécie apresenta comportamento fenológico sazonal? Se ela apresenta sazonalidade, em qual época do ano as fenofases ocorrem? As diferentes fenofases correlacionam-se com os fatores climáticos? A espécie floresce e frutifica anualmente? O padrão fenológico apresentado pelos indivíduos difere entre áreas sujeitas a alagamentos esporádicos e as áreas não alagáveis?

Material e métodos

O Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) (23°27' S e 51°15' W), uma reserva de 680 ha com floresta estacional semidecidual no Município de Londrina, é cortado pelo Trópico de Capricórnio, estando, portanto, localizado no limite sul da zona tropical. O PEMG estende-se, a partir da margem do Ribeirão dos Apertados, em direção norte atingindo o alto da vertente (divisor de água). Na parte norte apresenta latossolo roxo eutrófico, profundo, bem drenado, enquanto que na parte sul ocorre o latossolo roxo hidromorfizado na base.

A precipitação média anual da região é de 1.613 mm, sendo o verão (dezembro-fevereiro) caracterizado por maior pluviosidade, quando comparado ao inverno (junho-agosto) (figura 1). Observou-se grande variação pluviométrica entre os anos de estudo (figura 2). O inverno foi mais seco em 1996 com um período mais longo de deficiência hídrica, enquanto que a pluviosidade de junho de 1997 foi muito superior à média dos outros anos, inclusive dos meses mais chuvosos, provavelmente relacionado a ocorrência do fenômeno “El Niño”. A temperatura varia ao longo do ano, sendo janeiro o mês mais quente (23,9 °C) e junho o mais frio (16,8 °C) (figura 1), podendo ocorrer geadas entre maio e setembro. Não houve grandes variações na temperatura média mensal quando se compara o mesmo mês para os três anos de estudo (figura 2), não havendo a ocorrência de geadas nestes anos. Os dados de temperatura e pluviosidade (série histórica de janeiro de 1976 a dezembro de 2003) foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR (23°22' S e 51°10' W), a 585 m de altitude, distante cerca de 15 quilômetros da área de estudo.

Durante períodos de grande precipitação, alguns sítios às margens do Ribeirão dos Apertados sofrem inundações, que geralmente dura até algumas semanas e podem ocorrer em intervalos que variam de um a vários anos (E. Bianchini & J.A. Pimenta, dados não publicados). Pequenas diferenças topográficas nesta área refletem em diferenças na disponibilidade de água para as plantas. Alguns indivíduos encontram-se em pequenas depressões estando mais próximos do nível da água do Ribeirão enquanto outros se situam em sítios mais altos (um a dois metros acima do nível da água do Ribeirão). Estas áreas sujeitas à ocorrência de inundações esporádicas serão, de agora em diante, chamadas de “área alagável”. O sítio amostral localizado na parte norte do Parque, que dista cerca de 2 km do Ribeirão e que não sofre influência direta do mesmo será chamado de “área não alagável”.

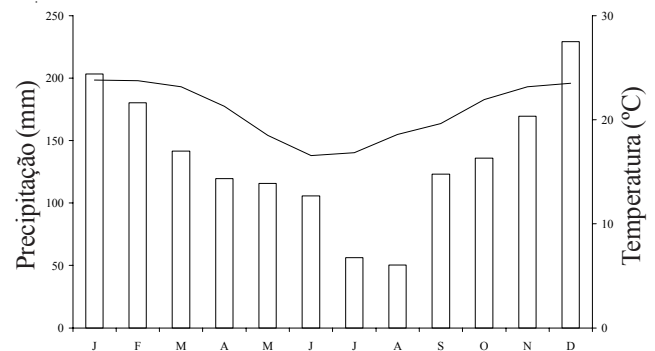


Figura 1. Médias mensais da precipitação (□) e temperatura média do ar (–) para a região de Londrina, PR, Sul do Brasil, calculadas com base no registro histórico de janeiro de 1976 a dezembro de 2003 (registros cedidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná).

Figure 1. Monthly means rainfall (□) and temperature (–) in the Municipality of Londrina, PR, Southern Brazil, based on records from January 1976 to December 2003 (records from Instituto Agrônomo do Paraná).

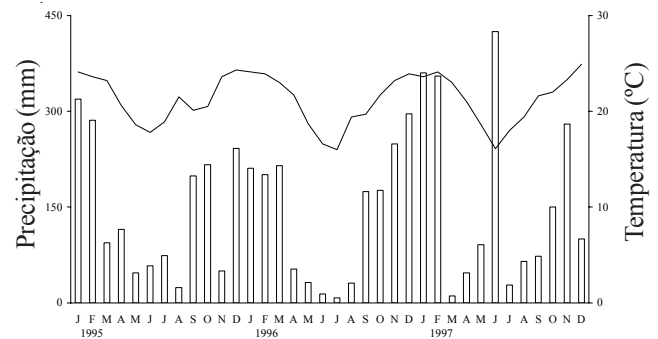


Figura 2. Médias mensais da precipitação (□) e temperatura média do ar (–) no período de janeiro 1995 a dezembro de 1997 para a região de Londrina, PR, Sul do Brasil (registros cedidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná).

Figure 2. Monthly means of rainfall (□) and mean air temperature (–) from January 1995 to December 1997 in the Municipality of Londrina, PR, Southern Brazil (records from Instituto Agrônomo do Paraná).

A distribuição geográfica de *C. gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. estende-se pelas regiões Sudeste e Sul do Brasil, atingindo os países vizinhos (Argentina, Paraguai e Uruguai) (Reitz 1968). No PEMG, os indivíduos adultos podem atingir mais 20 m de altura e 80 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Nesta espécie, as folhas são simples, as flores hermafroditas são produzidas em nós recentemente desfolhados e os frutos são zoocóricos. Nas excursões iniciais de campo foram observados indivíduos pequenos, com pouco mais de 4 m de altura, frutificando no subosque, mostrando que esta espécie atinge o estágio reprodutivo, num tamanho relativamente pequeno para uma espécie de dossel.

Para os estudos de fenologia, foram selecionados 40 indivíduos adultos de *C. gonocarpum*, sendo 24 na área alagável e 16 na área não alagável. Os indivíduos foram marcados durante caminhadas pelos dois sítios tendo como critério de inclusão a boa visibilidade da copa e o tamanho mínimo de 4 m de altura. Observações fenológicas mensais foram realizadas de maio/1995 até dezembro/1997. Foram registrados os períodos de abscisão de folhas (observação da quantidade de folhas no chão embaixo dos indivíduos e dos espaços vazios na copa dos mesmos), produção de novas folhas (aparecimento de gemas foliares e início de expansão do limbo dos primórdios foliares em vários ramos), floração (aparecimento de botões florais até a antese das últimas flores) e frutificação (frutos em desenvolvimento, frutos desenvolvidos e frutos maduros, esta última considerada como a fase de dispersão).

A intensidade dos eventos fenológicos foi quantificada utilizando-se dos escores: 0 - ausência da fenofase; 1 - fenofase pouco intensa, ou seja, até 30% da copa da árvore apresenta a fenofase; 2 - fenofase intermediária, mais que 30% a 60% da copa apresenta a fenofase; 3 - fenofase intensa, mais que 60% da copa apresenta a fenofase. Os resultados são apresentados como a porcentagem de indivíduos em uma determinada fenofase e como a intensidade do evento fenológico. A intensidade das fenofases, para cada data de observação, foi calculada dividindo-se o resultado da soma dos escores dos indivíduos de cada uma das áreas pelo valor máximo possível dos escores de cada área, considerando-se cada indivíduo com o escore máximo 3 (área alagável = 72; área não alagável = 48). Os testes de Qui-quadrado (χ^2) e de Mann-Whitney (U) foram utilizados para testar se houve diferenças na porcentagem de indivíduos ou na intensidade das fenofases, respectivamente, entre as áreas ou entre anos (Zar 1999).

Para determinar se os fatores abióticos se correlacionaram com as fenofases, utilizou-se a correlação de Spearman (r_s), que é recomendada para dados que não apresentam distribuição normal (Zar 1999). As fenofases (abscisão de folhas, brotamento, floração, frutificação e dispersão) foram correlacionadas com a precipitação e temperatura médias mensais do período de estudo (maio de 1995 a dezembro de 1997), com a precipitação e a temperatura médias mensais calculadas a partir da série histórica de janeiro de 1976 a dezembro de 2003 e o fotoperíodo médio mensal calculado de

acordo com o modelo proposto por Forsythe *et al.* (1995).

Utilizou-se o Índice de Sincronia (Z) descrito por Augspurger (1983) a fim de avaliar se as fenofases queda e brotamento de folhas, floração e dispersão ocorriam simultaneamente entre os indivíduos:

$$Z = \sum_{i=1}^n x_i / n;$$

$$x_i = (1 / n-1) * (1 / f_i) * \sum_{j=1}^n c_{j,i};$$

onde, x_i - sincronia do indivíduo i com seus coespecíficos; n - número de indivíduos amostrados; c - número de registros nos quais ambos os indivíduos i e j estão na mesma fenofase; f - número de registros nos quais o indivíduo i está na fenofase considerada. Quando $Z = 1$, ocorre sincronia perfeita, isto é, todos os indivíduos amostrados apresentam-se simultaneamente na mesma fenofase. Quando $Z = 0$, não ocorre nenhuma sincronia entre os indivíduos amostrados.

Resultados

A população de *C. gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. apresentou comportamento fenológico sazonal, embora tenham sido observadas variações temporais nas fenofases em nível individual, principalmente entre os indivíduos da área não alagável.

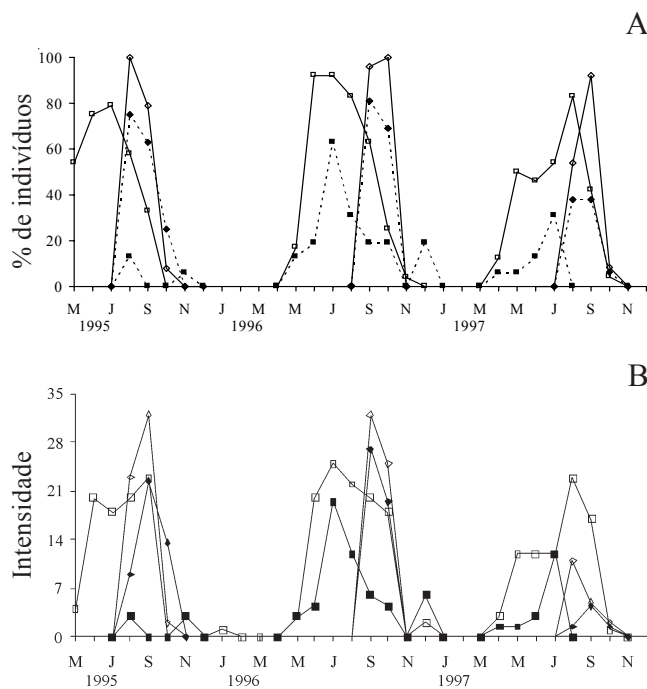
De maneira geral, a abscisão das folhas ocorreu entre maio e outubro, com o pico em junho-agosto (figura 3A, B), período de menor disponibilidade de água para as plantas (figura 1). A intensidade de abscisão foliar variou entre os indivíduos, porém nenhum ficou com a copa completamente desfolhada. Enquanto praticamente todos os indivíduos da área alagável perderam suas folhas todos os anos, três plantas da área não alagável não apresentaram esta fenofase durante todo o período de estudo. Observou-se, para esta fenofase, alta sincronia entre os indivíduos da área alagável e baixa sincronia entre os indivíduos da área não alagável (tabela 1). Em relação à abscisão foliar, a intensidade (teste U , $P < 0,03$) e a porcentagem de indivíduos ($\chi^2 = 11,3$; $gl = 1$; $P < 0,001$) foram maiores para a área alagável, comparada a área não alagável.

A abscisão de folhas correlacionou-se negativamente com a precipitação e com as temperaturas médias mensais do período de estudo e com a precipitação e com a temperatura médias das normais climatológicas e com o fotoperíodo (tabelas 2-3).

O brotamento ocorreu de agosto a outubro, geralmente, com pico em setembro (figuras 3A-B). Observou-se atraso no início do brotamento em 1996, ano de menor precipitação no inverno, entre os três anos estudados (figuras 3A-B). O início e a duração da

fenofase variou entre os indivíduos, porém todas as plantas marcadas produziram novas folhas, inclusive aquelas que não apresentaram a fenofase abscisão foliar. Em alguns indivíduos, em 1996, o brotamento iniciou cerca de dois meses após a abscisão das folhas. Não houve diferenças na intensidade e na porcentagem de indivíduos nesta fenofase entre as áreas. Observou-se de média a alta sincronia no brotamento dos indivíduos em 1995 e 1996, com redução da sincronia em 1997 (tabela 1), para ambas as áreas. Esta fenofase não se correlacionou com os parâmetros climáticos considerados (tabelas 2-3).

O aparecimento dos botões florais ocorreu a partir da segunda quinzena de agosto. As primeiras flores



Figuras 3. Abscisão (□) e produção (◇) de folhas em indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no período de maio de 1995 a dezembro de 1997 no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Sul do Brasil (símbolos abertos = área alagável; símbolo fechado = área não alagável). A. Porcentagem de indivíduos apresentando a fenofase. B. Porcentagem de intensidade das fenofases (soma dos escores dos indivíduos dividido pelo valor máximo possível dos escores).

Figure 3. Leaf fall (□) and leaf flushing (◇) in *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. plants from May 1995 to December 1997 in the Mata dos Godoy State Park, Municipality of Londrina, PR, Southern Brazil (open symbol = flooding area; closed symbol = unflooding area). A. Percentage of individuals showing the phenophase. B. Percentage of phenophase intensity (rank of scores shown by individuals divided by maximum possible value of scores).

Tabela 1. Índice de Sincronia (Z) da população de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. nas áreas alagável (AA) e não alagável (ANA) do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Sul do Brasil.

Table 1. Index of population synchrony (Z) of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. in flooding (AA) and unflooding (ANA) areas in the Mata dos Godoy State Park, Municipality of Londrina, PR, Southern Brazil

	AA			ANA		
	1995	1996	1997	1995	1996	1997
Abscisão de folhas	0,70	0,60	0,57	0,02	0,36	0,13
Brotamento de folhas	0,70	0,86	0,36	0,48	0,88	0,30
Floração	0,81	0,88	0,77	0,75	0,82	0,74

abriram, em geral, na segunda quinzena de setembro, sendo o pico de produção de flores em meados de outubro e o término em início de dezembro. Esta fenofase durou, aproximadamente, quatro meses desde o aparecimento dos botões florais até o final da floração (figuras 4A-D). Em ambas as áreas, cerca de 90% dos indivíduos floresceram a cada ano, embora com intensidades diferentes. Os indivíduos apresentaram alta sincronia de floração, sendo que os valores de Z foram maiores em 1996 (tabela 1). Na área alagável, esta fenofase se correlacionou, positivamente, com o fotoperíodo (tabela 2).

A frutificação foi bastante longa com os primeiros frutos iniciando seu desenvolvimento em meados de novembro e completando-o por volta de julho, quando apareceram os primeiros frutos maduros (figuras 4A-D). Os picos de dispersão ocorreram de agosto a outubro (figuras 4A-D), concomitantemente à emissão de novas folhas e à floração. A frutificação foi mais intensa em 1997, comparada as de 1995 e 1996, para ambas as áreas (teste U , $P < 0,02$) e foi maior para a área alagável em relação a área não alagável (teste U , $P < 0,02$). A sincronia entre os indivíduos foi baixa para a dispersão. A frutificação e a dispersão não se correlacionaram com os parâmetros climáticos considerados (tabelas 2-3).

Discussão

A abscisão das folhas em *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl., provavelmente, foi resultante do estresse de água nas plantas, como sugerido por Borchert (2000). A redução da precipitação e a maior insolação no período seco promoveram a redução da umidade relativa do ar e, conseqüentemente,

Table 2. Spearman's correlations among climatic variables and phenophases of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. in the flooding area in the Mata dos Godoy State Park, Municipality of Londrina, PR, Southern Brazil.

	Abscisão foliar	Brotamento foliar	Floração	Frutificação	Dispersão
Precipitação média mensal - anos de estudo	-0,46**	0,01	0,31	0,05	-0,21
Temperatura média mensal - anos de estudo	-0,74***	-0,09	0,33	0,13	-0,22
Precipitação média mensal - série histórica	-0,78***	-0,18	0,32	-0,08	-0,41*
Temperatura média mensal - série histórica	-0,75***	-0,10	0,26	-0,08	-0,26
Fotoperíodo médio mensal	-0,69***	-0,003	0,50***	-0,23	-0,18

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Table 3. Spearman's correlations among climatic variables and phenophases of *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. in the unflooding area in the Mata dos Godoy State Park, Municipality of Londrina, PR, Southern Brazil.

	Abscisão foliar	Brotamento foliar	Floração	Frutificação	Dispersão
Precipitação média mensal - anos de estudo	-0,39*	0,01	0,14	-0,05	-0,05
Temperatura média mensal - anos de estudo	-0,45**	-0,09	0,09	0,17	-0,14
Precipitação média mensal - série histórica	-0,41*	-0,18	-0,01	0,12	-0,27
Temperatura média mensal - série histórica	-0,44*	-0,09	0,04	0,15	-0,18
Fotoperíodo médio mensal	-0,37*	0,004	0,22	0,04	-0,10

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

da disponibilidade de água no solo para as plantas. Em razão da maior abertura do dossel da área alagável, a camada superficial do solo, tornava-se ressecada e compactada (Bianchini *et al.* 2001) e, nesta camada, é encontrada a maioria das raízes absorventes (Zangaro & Andrade 2002). Neste período, as folhas da vegetação herbácea e subarborescente presentes na área alagável apresentavam-se murchas, testemunhando a ocorrência de déficits hídricos nas mesmas (E. Bianchini & J.A. Pimenta, dados não publicados). Na área não alagável, o solo se mantinha úmido logo abaixo da superfície e a vegetação não apresentava sinais de murcha (E. Bianchini & J.A. Pimenta, dados não publicados). Provavelmente, por esta razão, a abscisão foliar foi menos pronunciada nesta área, alguns indivíduos não apresentaram a fenofase e foi baixa a sincronia entre os mesmos.

No período seco, as folhas de *C. gonocarpum* estão com nove a doze meses de idade e se aproximam

do final do ciclo de vida. O déficit hídrico das plantas desta espécie, responsável pela abscisão foliar durante este período, pode ter sido incrementado pelo fato das folhas se encontrarem no final dos seus ciclos de vida, quando, segundo (Borchert 2000), são menos eficientes no controle estomático.

As variações na intensidade e nos períodos de abscisão de folhas entre indivíduos afetam a quantidade de luz que chega ao chão florestal, gerando heterogeneidade temporal e espacial no ambiente. Provavelmente, a maior porcentagem de indivíduos que perderam folhas na área alagável esteja relacionada a maior variação na cobertura do dossel desta área, como observado por Bianchini *et al.* (2001).

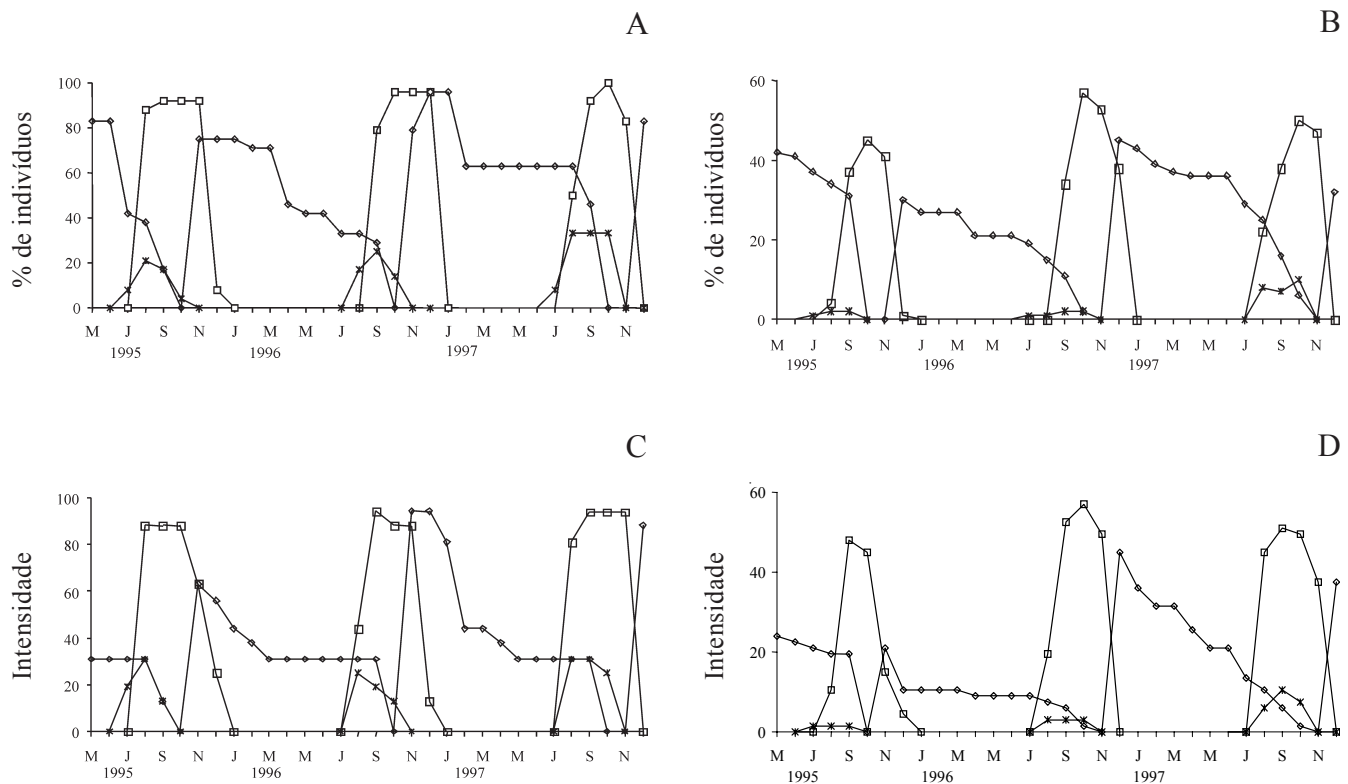
A precipitação atípica de junho de 1997, provavelmente, foi a principal responsável pelo menor valor do índice de correlação da abscisão foliar e da precipitação média mensal do período de estudo comparado com a correlação da série histórica.

Borchert (2000) ressaltou que a abscisão das folhas senescentes permitia a reidratação da planta e isto seria o gatilho para a ativação das gemas e não as mudanças climáticas. No entanto, Pedroni *et al.* (2002) sugeriram que a precipitação, após período de estresse hídrico, foi o principal fator de estímulo ao brotamento em *Copaifera langsdorffii* Desf. A retomada de crescimento do caule em quatro espécies da Amazônia Boliviana após o período seco também estava relacionada à precipitação (Brienen & Zuidema 2005). Provavelmente, tanto a abscisão das folhas senescentes quanto as primeiras chuvas contribuíram para a reidratação de *C. gonocarpum*, resultando na ativação das gemas. Em 1996, o ano mais seco dentre os estudados, a recuperação hídrica da planta, provavelmente só aconteceu, após as primeiras chuvas de setembro, o que resultou em alta sincronia entre os indivíduos na produção de novas folhas em ambas as áreas. Já em 1997, com pluviosidade atípica em junho,

o brotamento iniciou-se mais cedo (em agosto) e com baixa sincronia entre os indivíduos, em ambas as áreas. Em 1997, provavelmente, os diferentes ritmos fenológicos individuais foram respostas ao estado estrutural e funcional da cada árvore e às condições de seu microambiente particular.

Algumas plantas que não sofreram queda de folhas apresentaram brotamento, indicando que, em *C. gonocarpum*, não existe relação entre estes eventos, como sugerido por Morellato & Leitão Filho (1990). Para estas plantas, a precipitação provavelmente promoveu a ativação das gemas, principalmente entre os indivíduos da área não alagável.

A floração desta espécie pode ser classificada como anual, regular de duração intermediária, segundo a classificação de Newstrom *et al.* (1994). Esta fenofase apresentou alta sincronia entre os indivíduos, provavelmente, favorecendo a alogamia, como sugerido por Adler & Kielinski (2000) para diversas populações



Figuras 4. Floração (\square), frutificação (\diamond) e dispersão ($*$) de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Sul do Brasil, no período de maio de 1995 a dezembro de 1997. A, C. Porcentagem de indivíduos apresentando a fenofase. B, D. Porcentagem de intensidade das fenofases (soma dos escores dos indivíduos dividido pelo valor máximo possível dos escores). (A, B = Área alagável; C, D = Área não alagável).

Figure 4. Flowering (\square), fruiting (\diamond) and dispersal ($*$) in *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. plants from May 1995 to December 1997 in the Mata dos Godoy State Park, Municipality of Londrina, PR, Southern Brazil. A, C. Percentage of individuals showed the phenophase. B, D. Percentage of phenophase intensity (rank of scores shown by individuals divided by maximum possible value of scores). (A, B = Flooding area; C, D = Unflooding area).

de *Spondias mombin* L. do Panamá, a qual apresentava floração sazonal e sincrônica.

Como o aparecimento dos botões florais ocorreu na transição do período seco para o úmido (agosto/setembro), a redução do estresse hídrico (Borchert 1983, 2000, Singh & Kushwaha 2006) ou as primeiras chuvas (Opler *et al.* 1976, Singh & Kushwaha 2006) podem influenciar o início desta fenofase. Muitas espécies arbóreas do sudeste do Brasil florescem no início da estação chuvosa (Morellato *et al.* 2000, Pedroni *et al.* 2002). Williams *et al.* (1999) observaram que em algumas espécies semi-decíduas das savanas méxicas australianas a floração podia ocorrer antes das primeiras chuvas, enquanto que para outras espécies, esta fenofase somente ocorria após estas chuvas. No caso de *C. gonocarpum*, o fotoperíodo também parece desempenhar importante papel na ativação desta fenofase, fato já observado para outras espécies por outros autores (Adler & Kielinski 2000, Rivera & Borchert 2001, Marques *et al.* 2004).

A dispersão de *C. gonocarpum* no início do período chuvoso possibilita maior sucesso na germinação das sementes e no estabelecimento das plântulas. Observações de campo indicam que a germinação de *C. gonocarpum* no Parque Estadual Mata dos Godoy ocorreu a partir de novembro, com um pico em dezembro-janeiro, época de maior pluviosidade. Em florestas tropicais sazonais muitas espécies zoocóricas apresentam o pico de maturação de frutos no período chuvoso (Adler & Kielinski 2000, Justiniano & Fredericksen 2000, Pedroni *et al.* 2002, McLaren & McDonald 2005, Singh & Kushwaha 2006).

A partir dos dados acima discutidos, pode-se concluir que *C. gonocarpum* no Parque Estadual Mata dos Godoy apresenta sazonalidade em suas fenofases. Precipitação e temperatura estão inversamente relacionadas à abscisão de folhas, enquanto que o fotoperíodo está diretamente relacionado com a floração, para os indivíduos da área alagável. A abscisão foliar e a frutificação foram mais expressivas para a área alagável, não havendo diferenças nas demais fenofases, entre as áreas. A melhor correlação da abscisão de folhas com a média histórica de precipitação sugere que variação na pluviosidade de um ano em particular é menos importante para as plantas.

Agradecimentos – Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Unicamp pelo apoio e ao Instituto Ambiental do Paraná, por autorizar a realização dos estudos no Parque.

Referências bibliográficas

- ADLER, G.H. & KIELPINSKI, K.A. 2000. Reproductive phenology of a tropical canopy tree, *Spondias mombin*. *Biotropica* 32:686-692.
- AUGSPURGER, C.K. 1983. Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica* 15:257-267
- BIANCHINI, E. 1998. Ecologia de população de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BIANCHINI, E., PIMENTA, J.A. & SANTOS, F.A.M. 2001. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a tropical semi-deciduous forest. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 44:269-276.
- BIANCHINI, E., POPOLO, R.S., DIAS, M.C. & PIMENTA, J.A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:405-419.
- BORCHERT, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica* 15:81-89.
- BORCHERT, R. 2000. Organismic and environmental controls of bud growth in tropical trees. *In* Dormancy in plants: from whole plant behavior to cellular control (J.D. Viémont & J. Crabbé, eds.). CAB International, Wallingford, p.87-107.
- BORCHERT, R. & RIVERA, G. 2001. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. *Tree Physiology* 21:213-221.
- BRIENEN, R.J.W. & ZUIDEMA, P.A. 2005. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. *Oecologia* 146:1-12.
- CALLADO, C.H, SILVA NETO, S.J., SCARANO, F.R. & COSTA, C.G. 2001. Periodicity of growth rings in some flood-prone trees of the Atlantic rain forest in Rio de Janeiro, Brazil. *Trees* 15:492-497.
- DIAS, H.C.T. & OLIVEIRA FILHO, A.T. 1996. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua em Lavras, MG. *Cerne* 2:66-88.
- FORSYTHE, W.C., RYKIEL JUNIOR, E.J., STAHL, R.S., WU, H. & SCHOOLFIELD, R.M. 1995. A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. *Ecological Modelling* 80:87-95.
- 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.
- JUSTINIANO, M.J. & FREDERICKSEN, T.S. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32:276-281.
- MARQUES, M.C.M., ROPER, J.J. & SALVALAGGIO, A.P.B. 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology* 173:203-213.
- MCLAREN, K.P. & MCDONALD, M.A. 2005. Seasonal patterns of flowering and fruiting in a dry tropical forest in Jamaica. *Biotropica* 37:584-590.

- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO FILHO, H.F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50:163-173.
- MORELLATO, L.P.C., TALORA, D.C., TAKAHASI, A., BENCKE, C.C., ROMERA, E.C. & ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic Forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32:811-823.
- NEWSTROM, L.E., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 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.
- OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3:231-236.
- PEDRONI, F., SANCHEZ, M. & SANTOS, F.A.M. 2002. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25:183-194.
- REICH, P.B. 1995. Phenology of tropical forests: patterns, causes, and consequences. *Canadian Journal of Botany* 73:164-174.
- 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.
- REITZ, R. 1968. Sapotáceas. *In* Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- 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.
- SILVA, F.C., FONSECA, E.P., SOARES-SILVA, L.H., MULLER, C. & BIANCHINI, E. 1995. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, PR. *Acta Botanica Brasilica* 9:289-302.
- SINGH, K.P. & KUSHWAHA, C.P. 2006. Diversity of flowering and fruiting phenology of trees in a tropical deciduous forest in India. *Annals of Botany* 97:265-276.
- SOARES-SILVA, L.H., KITA, K.K. & SILVA, F.C. 1998. Fitossociologia de um trecho de floresta de galeria no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 3:46-62.
- SOARES-SILVA, L.H., BIANCHINI, E., FONSECA, E.P., DIAS, M.C., MEDRI, M.E. & ZANGARO FILHO, W. 1992. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice, município de Ibiporã, PR. *Revista do Instituto Florestal* 4:199-206.
- SUN, C., KAPLIN, B.A., KRISTENSEN, K.A., MUNYALIGOGA, V., MVUKIYUMWAMI, J., KAJONDO, K.K. & MOERMOND, T.C. 1996. Tree phenology in a tropical montane forest in Rwanda. *Biotropica* 28:668-681.
- VAN SCHAIK, C.P., TERBORGH, J.W. & WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:353-377.
- WILLIAMS, R.J., MYERS, B.A., EAMUS, D. & DUFF, G.A. 1999. Reproductive phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. *Biotropica* 31:626-636.
- WRIGHT, S.J. & VAN SCHAIK, C.P. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *The American Naturalist* 143:192-199.
- ZANGARO, W. & ANDRADE, G. 2002. Micorrizas arbusculares em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. *In* A bacia do rio Tibagi (M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta & J.A. Pimenta, eds.). Edição dos Editores, Londrina, p.173-212.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River.