



ARTIGO

**Comportamento fenológico da liana  
*Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae)  
em área de cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP, Brasil**

Davi Rodrigo Rossatto<sup>1</sup> e Rosana Marta Kolb<sup>2\*</sup>

Recebido: 14 de julho de 2010    Recebido após revisão: 24 de janeiro de 2011    Aceito: 29 de abril de 2011  
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1665>

**RESUMO:** (Comportamento fenológico da liana *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae) em área de cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP, Brasil). O cerrado brasileiro é caracterizado por uma evidente sazonalidade, com presença de duas estações marcantes, uma seca e uma chuvosa. *Pyrostegia venusta* é uma liana comumente encontrada nas diferentes fisionomias do cerrado e, portanto, a espécie deve apresentar características que permitam sua adequação a esses ciclos sazonais. A fenologia dos eventos vegetativos e reprodutivos foi estudada para a espécie nos anos de 2004 e 2005. O objetivo do estudo foi verificar quais variáveis climáticas determinam os padrões fenológicos da espécie. A floração foi inversamente relacionada com a temperatura média e com o comprimento do dia, enquanto a frutificação foi inversamente relacionada com o fotoperíodo e diretamente relacionada com a velocidade do vento. A dispersão das sementes foi diretamente relacionada com a velocidade do vento. A floração ocorreu no final da estação chuvosa, próximo ao inverno, prolongando-se até o final da estação seca. A frutificação e a maturação dos frutos ocorreram durante o período da seca, sendo suas sementes dispersas no final desse período. A dispersão das sementes no final da estação seca, comum a outras espécies anemocóricas do cerrado, permite uma rápida germinação no início da estação chuvosa, favorecendo a propagação da espécie nesse ambiente.

**Palavras-chave:** cerrado, fenologia, floração, frutificação, *Pyrostegia*

**ABSTRACT:** (Phenology of the vine *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae) in a cerrado area at the Estação Ecológica de Assis, SP, Brazil). Brazilian cerrado is characterized by an evident seasonality with distinct dry and wet seasons. *Pyrostegia venusta* is a common vine found in different physiognomies of the Cerrado. The species may present characteristics that allow its adjustment to the seasonal cycles. The phenology of vegetative and reproductive events was studied for this species in 2004 and 2005. The objective was to verify which climatic factors determine the phenological patterns observed in the species. Flowering was inversely related to mean temperatures and to the length of the day, while fruiting was inversely related to the photoperiod and directly related to the mean wind velocity. Seed dispersal was directly related to wind speed. As a consequence, flowering occurred at the end of the rainy season, close to the winter, and was prolonged until the end of the dry season. Fruiting and fruit maturation occurred during the dry period, with the seeds being dispersed at the end of this period. The seed dispersal at the end of the dry season, common to other anemochoric species of cerrado, allows a rapid germination at the beginning of the wet season, favoring the species propagation in this environment.

**Key words:** cerrado, flowering, fruiting, phenology, *Pyrostegia*

## INTRODUÇÃO

O cerrado do Brasil abrange em torno de dois milhões de km<sup>2</sup>, representando assim 22% do total do território nacional. Devido à grande abrangência, o cerrado está submetido a diferenças de clima, relevo e solos e apresenta uma ampla gama de formações vegetais, como a campestre (caracterizada principalmente por espécies herbáceas), a savânica (com estrato herbáceo-arbustivo bem desenvolvido e estrato arbóreo esparso) e a florestal, onde o componente arbóreo é bem desenvolvido (Oliveira-Filho & Ratter 2002). Dentre as formações florestais do cerrado *sensu lato* encontra-se o cerrado, com cobertura arbórea entre 60-80%, constituída principalmente por árvores comuns a formações savânicas, como o cerrado *sensu stricto*, e outras a formações florestais como as matas de galeria (Ribeiro & Walter

1998), apresentando ainda alta riqueza de lianas e trepadeiras (Walter 2006, Rossatto *et al.* 2008a).

*Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers, liana da família Bignoniaceae, ocorre comumente em formações florestais do cerrado brasileiro, sendo encontrada nas bordas e no interior dos cerrados do estado de São Paulo (Rossatto *et al.* 2008a). Devido à sua presença em várias comunidades florestais do cerrado (Mantovani & Martins 1988, Batalha & Mantovani 2000), em florestas estacionais semidecíduais (Morellato & Leitão-Filho 1996, Udulutsch *et al.* 1999) e formações florestais do sul do Brasil (Sandwith & Hunt 1974), a espécie torna-se componente importante destas paisagens.

Trabalhos referentes ao estudo dos padrões fenológicos estão bem representados para as comunidades de cerrado (Mantovani & Martins 1988, Oliveira & Moreira 1992, Batalha *et al.* 1997, Oliveira 1998, Gouveia

1. Graduando do curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), SP, Brasil.

2. Professora do Departamento de Ciências Biológicas, UNESP. Av. Dom Antonio 2100, Parque Universitário, CEP 19806-900, Assis, SP, Brasil

\* Autor para contato. E-mail: [rosanakolb@hotmail.com](mailto:rosanakolb@hotmail.com)

& Felfili 1998, Batalha & Mantovani 2000, Lenza & Klink 2006). Entretanto, os estudos que se referem à população de uma espécie são escassos (Oliveira & Silva 1993), tratando principalmente de espécies arbóreas (Felfili *et al.* 1999, Santos & Takaki 2005, Fagundes *et al.* 2007). O cerrado brasileiro é marcado pela sazonalidade, apresentando verões (outubro a abril) quentes e chuvosos e invernos (maio a setembro) frios e secos (Ratter *et al.* 1997). Sendo assim, a floração e a frutificação em espécies do cerrado apresentam padrões específicos de acordo com os padrões de dispersão de sementes que as espécies possuem (Gottsberger & Silberbauber-Gottsberger 2006). Espera-se que plantas com dispersão anemocórica, como *Pyrostegia venusta* (Gobatto-Rodrigues & Stort 1992), ajustem seus ciclos de floração e frutificação para que suas sementes sejam dispersas na época seca (Gottsberger & Silberbauber-Gottsberger 2006), período em que há maior intensidade da velocidade do vento (Oliveira & Moreira 1992). Estudos demonstraram que lianas e trepadeiras anemocóricas da família Bignoniaceae florescem estimuladas pelo frio e pela mudança de duração do comprimento do dia (Gentry 1974), enquanto que os processos de dispersão são relacionados à velocidade do vento (Oliveira & Moreira 1992). Considerando todos esses aspectos, este trabalho visou estudar a fenologia vegetativa e reprodutiva de uma população de *P. venusta*, em dois anos subsequentes, em uma área de cerradão no estado de São Paulo, para responder a seguinte pergunta: quais são as variáveis climáticas que determinam os padrões fenológicos dessa espécie?

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A Estação Ecológica está localizada no Município de Assis, região sudoeste do estado de São Paulo, ocupando uma área de 1.760,64 ha. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 22°33'20" a 22°37'41" S e 50°24'48" a 50°21'27" O, entre altitudes de 500 e 588 m, em relevo suave ondulado. Situa-se em zona de transição entre climas Cwa e Cfa, segundo a classificação de Köppen, sendo tipos climáticos que diferem essencialmente na duração da estação seca. Na região de estudo, as chuvas são concentradas no verão e a precipitação média anual gira em torno de 1.400 mm, com temperaturas médias anuais ao redor de 21,8 °C. Os solos da Estação Ecológica de Assis são geralmente arenosos, ácidos e de baixa fertilidade (Juhász *et al.* 2006). Em levantamento detalhado ao longo de uma vertente no interior da unidade, Juhász *et al.* (2006) encontraram os seguintes tipos de solo: Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd); Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (LVAd); Latossolo Amarelo distrófico típico (LAd) e Gleissolo Háptico distrófico argissólico (GXbd). Trata-se de uma das áreas mais ao sul da extensa região de domínio do Cerrado, onde a vegetação savânica forma, com a flo-

resta estacional semidecidual, um mosaico, geralmente associado às características físico-químicas dos solos. A vegetação da Estação Ecológica de Assis caracteriza-se como cerrado *sensu lato*, predominando a fisionomia cerradão (Durigan *et al.* 1999).

### Estudo fenológico

Foram selecionados 20 indivíduos de *Pyrostegia venusta*, segundo a ordem de aparecimento em uma "caminhada" (Fournier 1976) pela região de cerradão (ocorrente em LVd). Foram escolhidos aqueles indivíduos com diâmetro na base do caule maior ou igual a 2 cm, distando ao menos 30 m um do outro. Este critério de distanciamento foi adotado a fim de diminuir a possibilidade de se amostrar o mesmo indivíduo, já que a espécie apresenta reprodução vegetativa (Lorenzi & Souza 2001).

As observações foram realizadas quinzenalmente (*sensu* Fournier & Charpentier 1975), com auxílio de um binóculo, entre janeiro de 2004 e dezembro de 2005, para registro das seguintes fenofases: 1, floração (período em que os indivíduos apresentavam botões florais e/ou flores desenvolvidas); 2, frutificação (iniciada quando há visualização dos frutos em desenvolvimento após a fecundação, terminada imediatamente antes da abertura dos frutos); 3, dispersão de sementes (período em que há a abertura dos frutos e exposição das sementes aladas para dispersão, encerrando-se quando não havia mais sementes nos frutos que ainda restavam na planta); 4, brotamento (período de produção de folhas novas) e 5, queda foliar.

### Caracterização dos fenômenos reprodutivos

Para a caracterização dos fenômenos reprodutivos de *P. venusta*, foram utilizados o Índice de Intensidade (II) de Fournier (1974) e o Índice de Atividade (IA). No primeiro índice, utilizou-se uma escala semiquantitativa com números de 0 a 4, sendo que cada número corresponde a um intervalo de 25% (por exemplo, 0 = 0%, 1 = 1-25%, etc). Durante a coleta de dados, um número entre 0 e 4 foi atribuído para cada indivíduo, e então uma média para a população foi obtida e transformada em porcentagem. O IA é um índice qualitativo que corresponde à razão entre o número de indivíduos encontrados em determinada fenofase em relação ao número total da população estudada (Bencke & Morellato 2002). Os dois métodos foram utilizados simultaneamente, pois fornecem informações complementares sobre a fenologia das espécies (Bencke & Morellato 2002). Os fenômenos vegetativos foram analisados apenas com o IA.

### Variáveis ambientais

Os dados de pluviosidade e temperatura foram obtidos no posto meteorológico da APTA (Agência de Tecnologia dos Agronegócios) regional médio Parana-panema em Assis, SP. Os dados de comprimento do dia e velocidade média do vento foram obtidos no INPE/CPTEC (<http://www.cptec.inpe.br>), para o período em

**Tabela 1.** Valores de ângulo médio que correspondem aos picos de atividade e de intensidade para as fenofases observadas em *Pyrostegia venusta*, nos anos de 2004 e 2005, na Estação Ecológica de Assis, SP.

Fenofases	Picos para 2004		Picos para 2005	
	Atividade	Intensidade	Atividade	Intensidade
Floração	195,60° (1ª semana de julho) <sup>a*</sup>	193,44° (1ª semana de julho) <sup>a</sup>	204,78° (2ª semana de julho) <sup>b</sup>	192,86° (1ª semana de julho) <sup>a</sup>
Frutificação	231,74° (1ª semana de agosto) <sup>a</sup>	230,19° (1ª semana de agosto) <sup>a</sup>	225,81° (1ª semana de agosto) <sup>a</sup>	221,85° (4ª semana de julho) <sup>b</sup>
Dispersão de sementes	271,96° (3ª semana de setembro) <sup>a</sup>	269,58° (3ª semana de setembro) <sup>a</sup>	252,92° (4ª semana de agosto) <sup>b</sup>	250,53° (4ª semana de agosto) <sup>b</sup>

\*Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Watson-Williams ( $P < 0,05$ ).

que foram realizadas as observações fenológicas.

*Análise estatística*

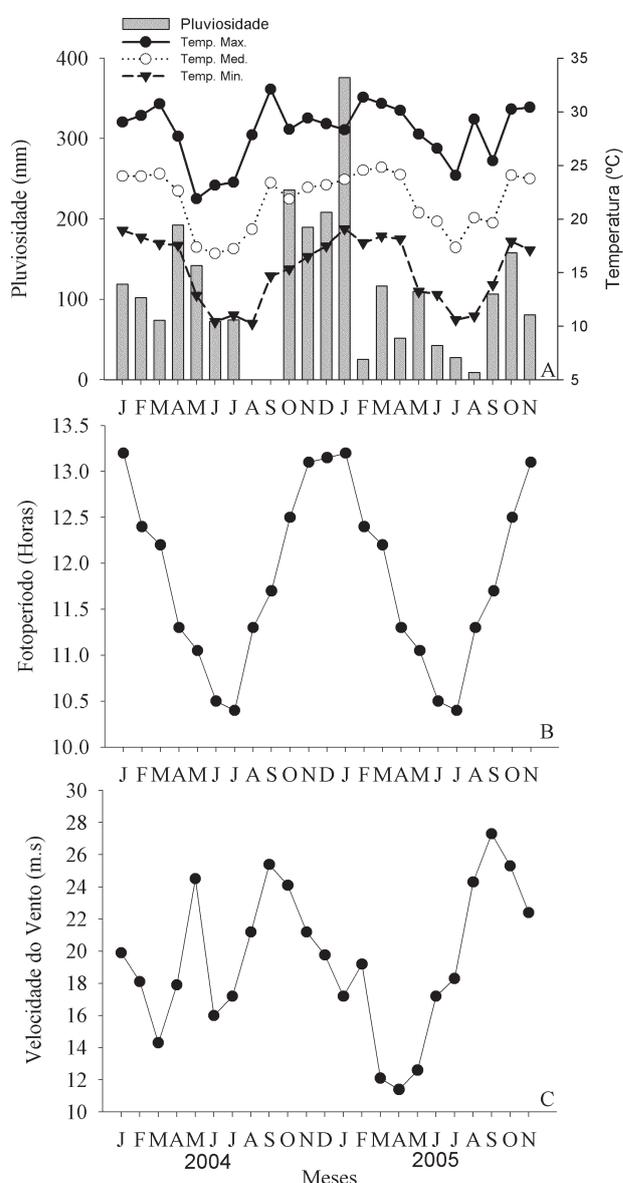
Utilizou-se a estatística circular (Batalha & Martins 2004, Rossatto *et al.* 2008b) por meio da aplicação do teste de Rayleigh (Zar 1999) para determinar a ocorrência dos picos de atividade e intensidade e se os mesmos foram significativos nos anos de 2004 e 2005. O teste de Rayleigh indica se os fenômenos fenológicos ocorreram de forma uniforme ao longo do período de estudo ou se foram concentrados em determinada época do ano (ocorrência de pico). Os meses do ano correspondem a valores em graus (de 0° a 360°), janeiro correspondendo de 0° a 30°, fevereiro de 31° a 60° e assim por diante. Para testar se os picos se alteraram de um ano para outro e se os picos de atividade ocorreram conjuntamente com os picos de intensidade, utilizou-se o teste de Watson-Williams (Zar 1999), sendo utilizado o programa Oriana 2.0 (Kovach 2003). O teste de Watson-Williams também foi utilizado para verificar se ocorreram diferenças na distribuição dos valores de pluviosidade, temperatura média e velocidade do vento entre os anos estudados.

Para estabelecer relações entre os fenômenos fenológicos e as variáveis climáticas (pluviosidade, temperaturas médias, comprimento do dia e velocidade do vento), utilizou-se uma regressão múltipla por passos (*Multiple Step-down Regression*), utilizando o programa Statistica 7.0 (StatSoft 1999) em que os índices de atividade foram considerados as variáveis dependentes e as variáveis climáticas as independentes, chegando assim a um modelo que efetivamente prevê os padrões fenológicos. Aqui, foram consideradas apenas as variáveis climáticas que realmente explicam os fenômenos fenológicos. Os dados usados na regressão foram padronizados, dividindo-se os valores pela média e subtraindo-se pelo desvio padrão. A análise de multicolinearidade foi realizada (Zar 1999). Nos resultados são apresentados os valores do  $r^2$  ajustado e os coeficientes de regressão. Em todas as análises, foi utilizado nível de significância de 5%.

**RESULTADOS**

A temperatura, a pluviosidade, o fotoperíodo e a velocidade média do vento variaram consideravelmente ao longo dos anos estudados (Fig. 1). Os picos de distribuição de pluviosidade não diferiram entre os anos estudados ( $F = 0,03$  e  $P = 0,856$ ), porém houve uma va-

riação significativa para a distribuição das temperaturas médias ( $F = 54,78$  e  $P < 0,001$ ) e para a velocidade do vento ( $F = 22,55$  e  $P = 0,034$ ). Todos os indivíduos estudados floresceram, frutificaram e dispersaram sementes durante o período de estudo.



**Figura 1.** Dados climáticos para o período de estudo na Estação Ecológica de Assis. A. Pluviosidade e temperaturas mínima, média e máxima. B. Fotoperíodo. C. Velocidade média do vento.

### Padrões fenológicos vegetativos

O índice de atividade dos fenômenos de produção e de queda de folhas foi de 100% durante todo o período de observação, com ocorrência simultânea desses fenômenos.

### Padrões fenológicos da floração

Nos dois anos de observação, *Pyrostegia venusta* iniciou a floração no mês de abril, seguindo até outubro (Fig. 2A). A espécie apresentou nos dois anos um período em que a população atingiu um máximo de ocorrência de floração, sendo esses picos de atividade da floração significativos nos dois anos ( $z = 381,74$  e  $P < 0,001$  para 2004 e  $z = 495,92$  e  $P < 0,001$  para 2005). A máxima intensidade de floração também ocorreu, sendo os picos de intensidade significativos para os dois anos (Fig. 2B); 2004 ( $z = 183,63$  e  $P < 0,001$ ) e 2005 ( $z = 184,64$  e  $P < 0,001$ ). Pode-se verificar na tabela 1 que os picos de atividade ocorreram em épocas diferenciadas, diferindo significativamente entre os anos de 2004 e 2005 ( $F_{1,1533} = 17,00$  e  $P < 0,005$ ), porém os picos de intensidade da floração foram estatisticamente similares entre os anos de 2004 e 2005 ( $F_{1,569} = 0,038$  e  $P = 0,845$ ). Nos dois anos, os picos de intensidade e os de atividade ocorreram praticamente no mesmo período (Tab. 1).

### Padrões fenológicos da frutificação

Os indivíduos de *P. venusta* foram encontrados produzindo frutos entre junho e novembro de 2004 e entre junho e outubro de 2005 (Fig. 3A). Os picos de atividade e de intensidade da frutificação (Fig. 3A e B) foram significativos nos dois anos ( $z = 457,89$ ;  $P < 0,001$  em 2004 e  $z = 534,73$ ;  $P < 0,001$  em 2005 para atividade, e  $z = 82,33$ ;  $P < 0,01$  em 2004 e  $z = 126,93$ ;  $P < 0,01$  em 2005 para intensidade). Os picos de atividade não diferiram entre os anos estudados ( $F_{1,908} = 1,334$  e  $P = 0,24$ ), porém os picos de intensidade diferiram significativamente entre 2004 e 2005 ( $F_{1,1398} = 10,94$ , e  $P < 0,05$ ). Para os

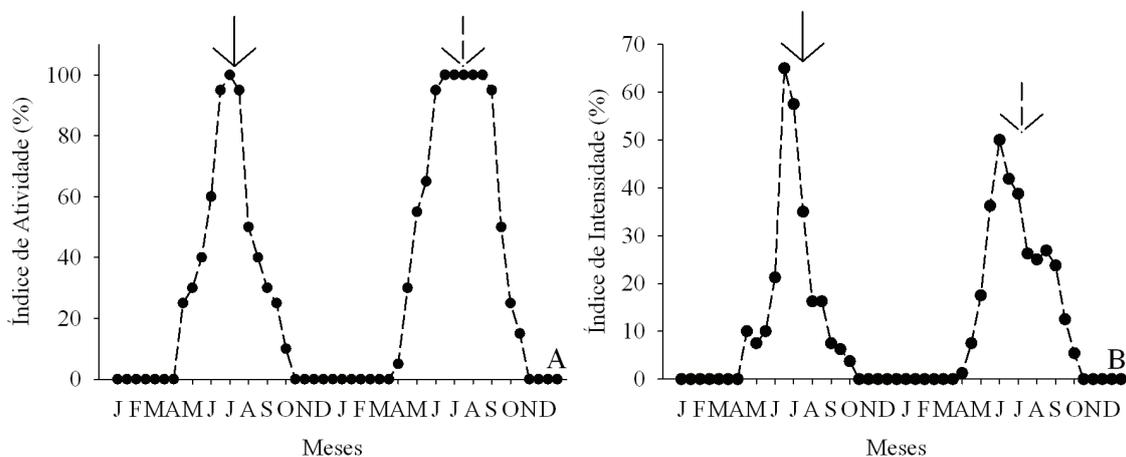
dois anos, os picos de atividade e intensidade ocorreram praticamente no mesmo período (Tab. 1).

### Padrões fenológicos da dispersão de sementes

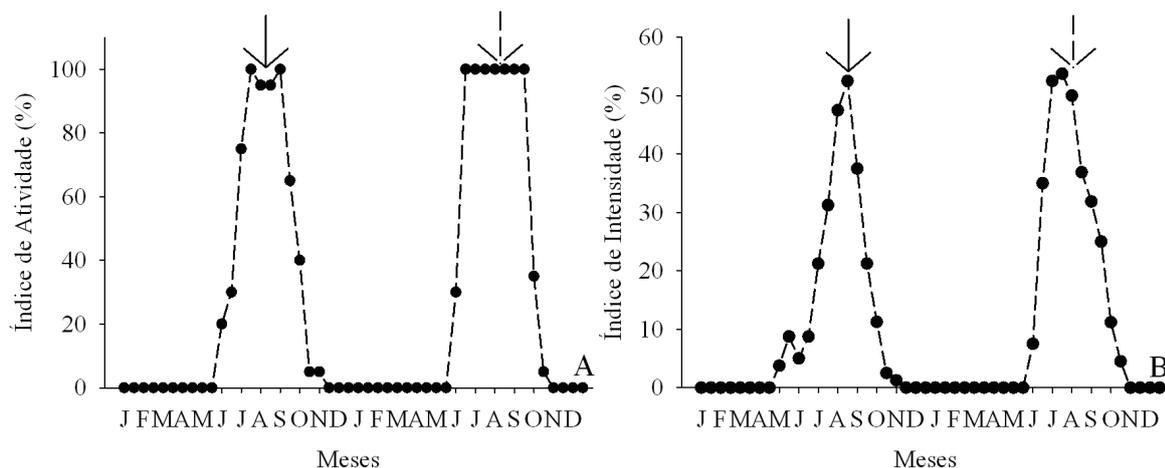
A espécie dispersou suas sementes entre agosto e novembro de 2004 e entre julho e novembro de 2005 (Fig. 4A). Os picos de atividade foram significativos nos dois anos ( $z = 226,41$  e  $P < 0,01$  para 2004 e  $z = 263,57$  e  $P < 0,01$  para 2005) e diferiram estatisticamente entre os anos estudados ( $F_{1,988} = 136,67$  e  $P < 0,001$ ). Os picos de intensidade (Fig. 4B) também foram diferenciados entre os anos estudados ( $F_{1,380} = 70,34$  e  $P < 0,001$ ), ocorrendo a  $269,58^\circ$  (3ª semana de setembro) em 2004 ( $z = 150,71$  e  $P < 0,001$ ) e a  $250,53^\circ$  (4ª semana de agosto) em 2005 ( $z = 180,65$  e  $P < 0,001$ ). Os picos de atividade e intensidade ocorreram no mesmo período (Tab. 1).

### Relações entre fenofases e fatores abióticos

Não houve colinearidade entre os fatores abióticos estudados (matriz de colinearidade  $0,72 < t < 1,03$ ;  $P > 0,40$ ). A maior parte da variabilidade observada no fenômeno da atividade da floração (FI) pode ser explicada pelas temperaturas médias (Temp) e o comprimento do dia (Foto) ( $FI = -0,476Temp - 0,479Foto$ ;  $r^2 = 0,798$  e  $P < 0,001$ ), sendo a floração inversamente relacionada com estas variáveis climáticas. A atividade de frutificação (Fv) relacionou-se inversamente com o fotoperíodo (Foto) e diretamente com a velocidade do vento (Vento) ( $Fv = -0,690Foto + 0,532Vento$ ;  $r^2 = 0,627$  e  $P < 0,001$ ), tendo estas variáveis uma alta associação com os padrões de frutificação observados. A dispersão de sementes (Dp), por outro lado, foi explicada apenas pela variável velocidade média do vento ( $Dp = 0,723Vento$ ,  $r^2 = 0,734$  e  $P = 0,01$ ), sendo positivamente relacionada com esta. O brotamento e a queda foliar não foram relacionados com os fatores ambientais (temperatura média, pluviosidade e fotoperíodo,  $r^2 < 0,01$  e  $P > 0,89$ ) já que



**Figura 2.** Índices de atividade (A) e intensidade (B) para o fenômeno da floração em uma população de *Pyrostegia venusta* nos anos de 2004 e 2005. As setas indicam o período em que ocorre o pico para o fenômeno. Setas sólidas representam o pico para o ano de 2004. Setas tracejadas indicam o pico para o ano de 2005.



**Figura 3.** Índices de atividade (A) e intensidade (B) para o fenômeno da frutificação em uma população de *Pyrostegia venusta* nos anos de 2004 e 2005. As setas indicam o período em que ocorre o pico para o fenômeno. Setas sólidas representam o pico para o ano de 2004. Setas tracejadas indicam o pico para o ano de 2005.

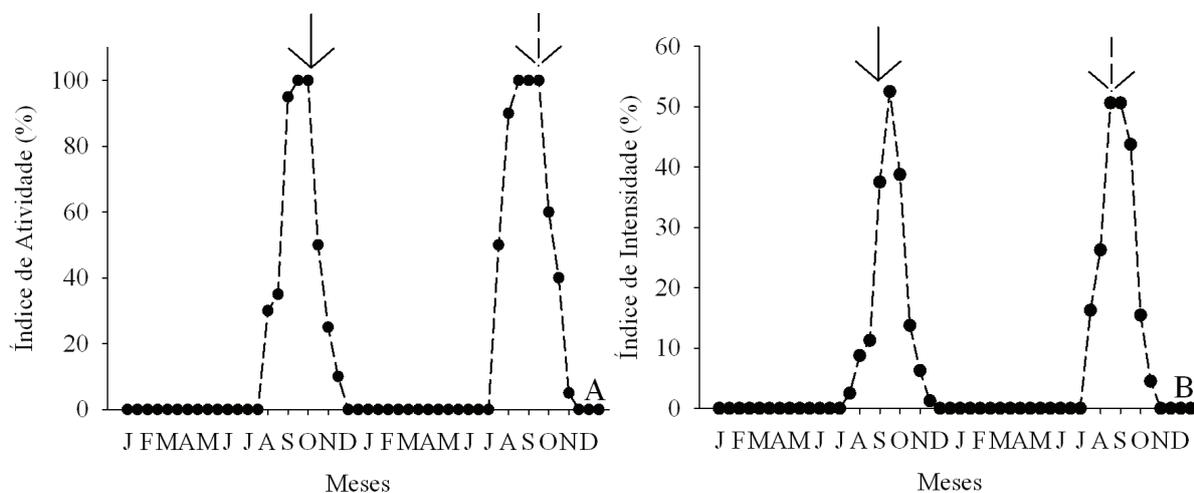
ocorreram ao longo de todos os meses dos anos estudados.

**DISCUSSÃO**

Muitos autores têm relatado que espécies de savanas neotropicais apresentam um período de crescimento definido, geralmente na estação chuvosa (Sarmiento & Monasterio 1983, Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000). Da mesma maneira, em um estudo de comunidade de cerrado, Gouveia & Felfili (1998) encontraram maior queda de folhas na estação seca e maior brotamento na estação chuvosa. *Pyrostegia venusta* não se enquadra nesses sistemas de brotamento em épocas favoráveis, com perda de folhas em épocas desfavoráveis, por apresentar brotamento e queda foliar durante todo o ano, inclusive durante o período reprodutivo (dados não mostrados). Há nas savanas neotropicais, espécies que são perenes e sempre verdes por apresentarem sistemas profundos de raízes, que propiciam um suprimento de água adequado

durante todo o ano, inclusive nas estações desfavoráveis (Sarmiento 1998), o que poderia explicar o padrão de desenvolvimento apresentado por *P. venusta*.

Monasterio & Sarmiento (1976) propuseram um modelo de estratégias fenológicas para espécies de savanas, baseado na forma de assimilação de carbono, crescimento e floração. De acordo com o modelo proposto, *P. venusta* é uma planta que assimila carbono durante todo o ano, sendo uma espécie tardia em relação à floração, já que esse fenômeno teve início em abril-maio (durante a estação seca). Pouco tempo após o início desse processo, sua população tornou-se altamente sincronizada, uma vez que os maiores índices de atividade ocorreram na primeira quinzena de julho (Fig. 2A, Tab. 1). A síndrome de polinização da espécie é a ornitofilia e as espécies de beija-flores, principais polinizadores, são muito ativas nas épocas de abril-junho (Gobatto-Rodrigues & Stort 1992, Polatto *et al.* 2007). Assim, a alta sincronização da floração de *P. venusta* pode estar



**Figura 4.** Índices de atividade (A) e intensidade (B) para o fenômeno da dispersão de sementes em uma população de *Pyrostegia venusta* nos anos de 2004 e 2005. As setas indicam o período em que ocorre o pico para o fenômeno. Setas sólidas representam o pico para o ano de 2004. Setas tracejadas indicam o pico para o ano de 2005.

relacionada à disponibilidade desses polinizadores efetivos e com a necessidade de estimular a polinização cruzada (Janzen 1980, Polatto *et al.* 2007).

Além de uma alta sincronização, os picos de intensidade de floração foram altos (50-60%) (Fig. 2B). Florescer muito sincrônicas e com grande produção de flores de curta duração, caso da espécie estudada (Gobatto-Rodrigues & Stort 1992, Polatto *et al.* 2007), são características de ambientes sazonais, sendo comuns a espécies que florescem na estação seca (Gentry 1974). Altos índices de produção de flores estão relacionados principalmente com fatores bióticos, indicando que recursos florais, como néctar, podem estar disponíveis em altas quantidades, fator que pode promover uma maior atração de polinizadores (Bencke & Morellato 2002).

As espécies lenhosas, como as lianas, apresentam uma grande variedade de estratégias, sendo muito comum a ocorrência da floração na estação seca (Sarmiento & Monasterio 1983), mesmo em ambientes com baixa sazonalidade. Batalha & Mantovani (2000), estudando padrões fenológicos do cerrado de Santa Rita do Passa Quatro, SP, mostraram que as espécies herbáceas e arbóreas que dispersavam as sementes através do vento apresentaram pico dessa fenofase entre os meses de junho e outubro. O mesmo pôde ser observado para *P. venusta*, que apresentou pico de atividade do fenômeno no final de agosto para 2005 e no meio do mês de setembro para 2004 (final da época seca) (Fig. 4A, Tab. 1). Logo, a ocorrência da floração no início da estação seca pode estar relacionada à dispersão anemocórica, que é mais eficiente nesta estação. Na época seca, o processo de desidratação do pericarpo, responsável pela deiscência, é mais eficiente (Mantovani & Martins 1988, Oliveira & Moreira 1992). Além disso, as regiões de cerrado apresentam altas velocidades do vento no final da estação seca (Fig. 1C), fator que propicia a dispersão dos diásporos (Oliveira & Moreira 1992). A relação positiva e significativa do índice de atividade de dispersão de sementes com a velocidade média do vento, encontrada para *P. venusta*, corroborou que há benefício da dispersão anemocórica durante a estação seca. Ainda, as sementes de *P. venusta* não são dormentes (Rossatto & Kolb 2010); logo, a dispersão das sementes no final da estação seca permite uma rápida germinação assim que a estação chuvosa se inicia, evitando a perda de viabilidade das sementes. A dispersão das sementes no final do inverno também propicia uma germinação abundante devido ao aumento das temperaturas. As sementes da espécie apresentaram uma alta germinação (85%) a 25°C, muito próxima ao máximo obtido (90%) a 30°C (Rossatto & Kolb 2010), temperaturas que ocorrem na primavera e no verão (Fig. 1A).

A relação entre a floração e os fatores ambientais foi dependente das temperaturas médias e do comprimento do dia. À medida que as médias de temperatura e o comprimento do dia foram diminuindo, a floração de *P. venusta* teve início, o que também foi encontrado para a espécie arbórea *Cedrela fissilis* (Santos & Takaki 2005). Este aspecto pode estar relacionado com a detecção da

chegada do inverno e, posteriormente, da estação seca. Como a dispersão das sementes ocorre principalmente no final da estação seca (relação com velocidade do vento), a espécie deve florir e produzir os frutos num período anterior, de modo que os frutos estejam já desenvolvidos no final da estação seca. Vale ressaltar que as respostas fenológicas podem apresentar relações mais complexas com os fatores ambientes, relacionando-se de forma não linear com os mesmos (Rivera *et al.* 2002, Elliot *et al.* 2006). Entretanto, a regressão múltipla, a qual assume que as relações entre os fenômenos fenológicos e os fatores abióticos são lineares, tem-se mostrado um bom modelo de aproximação (Santos & Takaki 2005, Williams *et al.* 2008).

Alguns estudos fenológicos têm encontrado relação inversa entre a floração e a pluviosidade, mostrando que em ambientes sazonais como o cerrado, o estresse hídrico da estação seca poderia levar ao início da floração (Mantovani & Martins 1988). Apesar de ter sido observada essa relação inversa entre floração e pluviosidade e, de ter sido estabelecido que essa relação é um indicativo de clara sazonalidade (Gouveia & Felfili 1998), isso não foi encontrado para *P. venusta* na região estudada. Mesmo assim, pode-se dizer que a espécie se ajusta aos padrões de sazonalidade encontrados no cerrado, pois, os padrões fenológicos encontrados ocorreram sincronicamente em épocas favoráveis nos dois anos de observação fenológica.

A atividade da floração e a intensidade de frutificação foram estatisticamente diferentes para a população nos anos de 2004 e 2005. Porém, observando-se os valores de ângulo médio, nota-se uma grande proximidade entre os picos, com diferenças de apenas uma semana (Tab. 1). Pode-se dizer que a magnitude da variação ocorrida nos fatores climáticos, como no caso da temperatura média, não foi suficiente para causar modificações substanciais nos padrões destes fenômenos fenológicos. Já variações na velocidade do vento, ocorridas entre os anos estudados, promoveram uma variação de três semanas no período de ocorrência dos picos de dispersão de sementes (Tab. 1). No entanto, os picos de dispersão foram coincidentes com o início da estação chuvosa nos dois anos (Fig. 1A), favorecendo a propagação da espécie.

As relações aqui encontradas corroboram que o fenômeno da floração em lianas da família Bignoniaceae é fortemente influenciado por mudanças na temperatura e no fotoperíodo (Gentry 1974), enquanto que o processo de dispersão de sementes é altamente influenciado pela velocidade do vento (Oliveira & Moreira 1992). Os dados obtidos permitem dizer que a liana *P. venusta* apresenta uma série de características fenológicas (como a dispersão das sementes na época seca), comum a outras espécies anemocóricas do cerrado, tanto arbóreas quanto herbáceas, que torna possível sua ocorrência em ambiente com sazonalidade climática.

#### AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São

Paulo (FAPESP) pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor (Proc. 04/12585-4). Ao Instituto Florestal – Estação Ecológica de Assis pelo apoio logístico, à APTA regional médio, Paranapanema Assis, SP, pelo fornecimento dos dados climáticos e ao Dr. Pi-tágoras C. Bispo, pelo auxílio na análise estatística.

## REFERÊNCIAS

- BATALHA, M.A., ARAGAKI, S. & MANTOVANI, W. 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). *Acta Botanica Brasílica*, 11: 61- 78.
- BATALHA, M. A. & MANTOVANI, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia*, 60: 129-145.
- BATALHA, M.A. & MARTINS, F.R. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany*, 52: 149-161.
- BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*, 25: 269-275.
- DURIGAN, G., BACIC, M.C., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 1999. Inventário florístico do cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. *Hoehnea*, 26: 149-172.
- ELLIOT, S., BAKER, P. J., BORCHERT, R. 2006. Leaf flushing during the dry season: the paradox of Asian monsoon forests. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 248–257.
- FAGUNDES, M., ARAÚJO, L.S., NUNES, Y.R.F. 2007. Efeitos do estágio sucessional do habitat na fenologia do pequiheiro (*Caryocar brasiliense*: Caryocaraceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5: 144-146.
- FELFILI, J.M., SILVA-JÚNIOR, M.C., DIAS, B.J & RESENDE, A.V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 22: 89-97.
- FOURNIER, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*, 24: 422-423.
- FOURNIER, L.A. 1976. Observaciones fenológicas em el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba*, 26(1): 54-59.
- FOURNIER, L.A. & CHARPANTIER, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba*, 25: 45-48.
- GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, 6: 64-68.
- GOBATO-RODRIGUES, A. & STORT, M.N.S. 1992. Biologia floral e reprodução de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 15: 37-41.
- GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2006. *Life in the cerrado: a South American tropical seasonal ecosystem*. Ulm: Reta Verlag. 412 p.
- GOUVEIA, G.P. & FELFILI, J.M. 1998. Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil central. *Revista Árvore*, 22: 443-450.
- JANZEN, D.H. 1980. *Ecologia vegetal nos trópicos*. São Paulo: EDUSP. 79 p.
- JUHÁSZ, C.E.P., CURSI, P.R., COOPER, M., OLIVEIRA, T. C. & RODRIGUES, R.R. 2006. Soil water dynamics in a toposequence under Savanna Woodland (Cerradão) in Assis, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 30: 401-412.
- KOVACH COMPUTING SERVICES. 2003. Oriana version 2.0 for Windows. Anglesey, Wales.
- LENZA, E. & KLINK, C.A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 627-638.
- LORENZI, H. & SOUZA, H.M. 2001. *Plantas ornamentais no Brasil*. 3ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 1088 p.
- MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 11: 101-112.
- MONASTEIRO, M. & SARMIENTO, G. 1976. Phenological strategies of plant species in tropical savanna and the semi-deciduous Forest of the Venezuelan llanos. *Journal of Biogeography*, 3: 325-356.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian Forest. *Biotropica* 28, 180-191.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. & MOREIRA, A.G. 1992. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília-DF. *Revista Brasileira de Botânica*, 15: 163-174.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. & SILVA, J.C.S. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrados of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 67-79.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: ALMEIDA, S.P., PROENÇA, C.E.B. & RIBEIRO, J.F.R. (Eds.) *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. p. 169-192.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. In: OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. (Eds.) *The cerrados of Brazil*. New York: Columbia University Press. p. 121-140.
- POLATTO, L.P., DUTRA, J.C.S. & ALVES JUNIOR, V.V. 2007. Biologia reprodutiva de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl.) Miers (Bignoniaceae) e comportamento de forrageamento dos visitantes florais predominantes. *Revista de Biologia Neotropical*, 4: 46-57.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, 80: 223-230.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. (Eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília: Embrapa/CPAC. p. 89-166.
- RIVERA, G., ELLIOT, S., CALDAS, L. S., NICOLOSSI, G., CORADIN, V.T.R., BORCHERT, R. 2002. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. *Trees*, 16: 445–456.
- ROSSATTO, D.R.; TONIATO, M.T.Z. & DURIGAN, G. 2008a. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na Estação Ecológica de Assis, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 31: 409-424.
- ROSSATTO, D.R.; HOFFMANN, W.A. & FRANCO, A.C. 2008b. Differences in growth patterns between co-occurring forest and savanna trees affect the forest-savanna boundaries. *Functional Ecology*, 23: 689-698.
- ROSSATTO, D.R. & KOLB, R.M. 2010. Germinação de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae), viabilidade de sementes e desenvolvimento pós-seminal. *Revista Brasileira de Botânica*, 33: 51-60.
- SANDWICH, N.Y. & HUNT, D.R. 1974. Bignoniáceas. In: REITZ, P. R. (Ed.) *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 172 p.
- SANTOS, D.L. & TAKAKI, M. 2005. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 19: 625-632.
- SARMIENTO, G. & MONASTEIRO, M. 1983. Life forms and phenology. In: BOULIERE, F. (Ed.) *Ecosystems of the world: tropical savannas*. Amsterdam: Elsevier. p. 79-108.
- SARMIENTO, G. 1998. The seasonal rhythms of the savanna species. In: SARMIENTO G. (Ed.) *The ecology of neotropical savannas*. Harvard: Harvard University Press. p. 43-74.
- STATSOFT. 1999. *Statistica for Windows [Computer program manual]*. Tulsa, StatSoft Inc.

- UDULUTSCH, R.G., ASSIS, M.A. & PICCHI, D.G. 1999. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecídua, Rio Claro – Araras, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 27: 125-134.
- WALTER, B.M.T. 2006. *Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília – DF.
- WILLIAMS, L.J., BUNYAVEJCHEWIN, S. & BAKER, P.J. 2008. Deciduousness in a seasonal tropical forest in western Thailand: Interannual and intraspecific variation in timing, duration and environmental cues. *Oecologia*, 155: 571-582.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.