

CORRELAÇÃO ENTRE FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM *Solanum lycocarpum*. A. St. Hil, SOLANACEAE

CORRELATION BETWEEN FLOWERING, FRUCTIFICATION AND ENVIRONMENTAL VARIABLES IN *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil, SOLANACEAE

Tânia Maria de MOURA¹; Giancarlo Conde Xavier OLIVEIRA²; Lázaro José CHAVES³

1. Mestranda, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Goiás, Morrinhos, GO, Brasil. Tania@ueg.br;
2. Professor, Doutor, Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil; 3. Professor, Doutor, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

RESUMO: A lobeira (*S. lycocarpum*) é uma espécie típica e abundante do Cerrado, que ocupa principalmente ambientes antropizados. Possui características interessantes do ponto de vista da biologia reprodutiva, que provavelmente estão favorecendo a ampla ocupação pela espécie. Tendo em vista que a planta floresce e frutifica durante todo o ano, o presente estudo teve por objetivo verificar se existe correlação entre floração, frutificação e variáveis ambientais (temperatura, umidade e precipitação), como suporte para estudos futuros referentes à biologia reprodutiva e ecologia de espécies de plantas do Cerrado. Foi escolhida uma população de lobeira situada no município de Morrinhos, Sul do estado de Goiás, composta de 34 plantas em fase reprodutiva. Todas as plantas foram georreferenciadas com um aparelho GPS. Foram feitas observações mensais durante 13 meses (junho de 2005 a julho de 2006) e quantificados flores abertas e frutos produzidos nos intervalos entre observações. Pode-se inferir alta conversão de flores hermafroditas em frutos. Por meio da correlação de Spearman, pode-se constatar correlação positiva entre floração e precipitação e umidade, o mesmo, aparentemente, não ocorre para frutificação.

PALAVRAS-CHAVE: Biologia reprodutiva. Lobeira. Cerrado.

INTRODUÇÃO

A lobeira, *Solanum lycocarpum* A. St. Hil., pertence à família Solanaceae, é uma espécie típica de ambientes antropizados no Cerrado, sendo muito comum a presença em margens de estradas e pastagens degradadas.

É uma espécie que floresce durante todo o ano, apresentando flores andromônicas, ou seja, apresentam no mesmo indivíduo flores hermafroditas e flores funcionalmente masculinas (OLIVEIRA FILHO; OLIVEIRA, 1988). Martins et al. (2006) verificaram que a espécie se reproduz predominantemente por polinização cruzada, e análises genéticas indicam a ausência de mecanismos de auto-incompatibilidade. No entanto, Oliveira Filho e Oliveira (1988), em estudos com cruzamento controlado em *S. lycocarpum*, apontam mecanismo de auto-incompatibilidade para esta espécie. As abelhas de grande porte do gênero *Xylocopa* são consideradas os polinizadores mais frequentes e eficientes na polinização da lobeira (OLIVEIRA FILHO; OLIVEIRA 1988).

A frutificação também ocorre durante todo o ano (OLIVEIRA FILHO; OLIVEIRA, 1988). Os frutos, quando maduros, caem no chão, facilitando acesso aos dispersores. Produzem numerosas sementes com alta taxa de germinação e rápida emergência (ALMEIDA et al. 1998). As sementes

são cinza-escuras, reniformes e achatadas (ALMEIDA et al. 1998). O fruto da lobeira que é frequentemente consumido pelo lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* Illiger), maior canídeo da América do Sul, que ocorre principalmente no Cerrado. O lobo-guará consome o fruto da lobeira sem danificar as sementes e as defecam em locais abertos, como margens de estradas, sendo um dispersor dessas sementes a longas distâncias (MARTINS; MOTTA JUNIOR, 2000). A eficiência do lobo-guará como agente de fluxo gênico via sementes em *S. lycocarpum* foi corroborada por estudos com marcadores moleculares Microsatélites. De acordo com Martins (2005), a distância média de migração de sementes de lobeira é de 20,26 km, enquanto que a distância de dispersão de sementes é de até 40 km. Morcegos também podem ser possíveis consumidores do fruto da lobeira (RODRIGUES, 2002), mas pequenos mamíferos do cerrado também desempenham esta função (COUTERNAY, 1994).

Apesar de já existirem alguns estudos referentes à biologia reprodutiva da lobeira, não se sabe, ainda, quais fatores determinam os picos de floração e frutificação nesta espécie. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo verificar se existe correlação entre floração e frutificação e variáveis ambientais (temperatura, umidade e precipitação), visando compreender um pouco

melhor o mecanismo reprodutivo na espécie, e dar suporte a estudos futuros de manejo e conservação do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi selecionada uma população de lobeira situada no município de Morrinhos, sul do estado de Goiás, sob as coordenadas 17° 55' (S) e 49° 00' (W). Esta população consistia em uma área de pastagem, composta por 34 plantas em fase reprodutiva, com altura variável entre 1,15 m e 3,03 m. Todos os indivíduos foram georreferenciados com o auxílio de um aparelho GPS, obtendo assim a localização da população. Dentre as plantas que estavam no estágio de florescimento, foram coletadas cinco flores de cada planta durante o período estudado, para verificação do sexo.

Durante um período de 13 meses, junho de 2005 a junho de 2006, foi feita a quantificação mensal de flores abertas e frutos em cada planta. As plantas muito próximas foram considerados como apenas um planta, pois estes se apresentavam em forma de moitas, impossibilitando a distinção entre elas.

Dados de temperatura do ar (°C) a 1 m do solo, umidade relativa do ar (%) a 2 m do solo e precipitação (mm) do município de Morrinhos foram obtidos durante o período de estudo. Os dados meteorológicos foram fornecidos pela Estação de Meteorologia da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade Universitária Morrinhos, Departamento de Geografia. A população de plantas em estudo está situada a uma distância aproximada de 20 km da estação meteorológica.

Foi estimada a percentagem de plantas que se apresentaram no período reprodutivo e o número médio mensal de flores e frutos durante o período em estudo.

Para avaliar se floração e frutificação têm relação com as variáveis ambientais, temperatura, umidade e precipitação, foram estimados os coeficientes de correlação de Spearman (r_s) entre cada variável ambiental e o valor mensal de flores e frutos encontrados na população de plantas. Para as variáveis ambientais, foi considerada a média mensal de temperatura e umidade, e a precipitação total de cada mês. Para todas estas análises foi utilizado o pacote estatístico SAS versão 9.0.

Conforme Funk (1971) e Lee (1974) foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman nos dados referentes à variação ambiental. Os coeficientes de correlação de Spearman foram calculados de acordo com a equação 1:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n-1)(n)(n+1)} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

6 = Constante;

d_i = Diferenças entre as posições para as duas características;

n = Número de dados em cada variável.

A significância dos valores r_s foi testada por meio do teste t, pela equação 2:

$$t = \frac{r_s \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1-r_s^2}} \quad (\text{Equação 2}), \quad \text{com } n-2 \text{ graus}$$

de liberdade.

Em que:

n = Número de dados em cada variável.

(r_s) Coeficiente de correlação de Spearman

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período estudado, 100% das plantas da população floresceram em pelo menos um mês, e 78,1% das plantas não frutificaram em nenhum dos 13 meses avaliados. Isto provavelmente está relacionado ao fato de haver um número significativamente maior de flores masculinas que do hermafroditas, indicando que diversas plantas da população provavelmente estão produzindo maior número de flores masculinas. Maior produção de flores foi observada no mês de março de 2006, enquanto que o maior número de frutos foi verificado em novembro do mesmo ano. Um segundo pico de frutificação ocorreu, ainda, em abril de 2006. A média de flores e frutos por planta variou de 6,56 a 28,27 e 1,25 a 5,35 respectivamente, variando com a época do ano. (Tabela 1).

Em relação aos fatores climáticos, houve uma variação significativa na precipitação no decorrer do ano, onde o período que apresentou valores mais elevados foi de novembro de 2005 a abril de 2006, sendo que a maior precipitação ocorreu no mês de dezembro (Tabela 2). A temperatura média apresentou resultados relativamente constantes durante todo o período em estudo.

Os dados referentes à umidade não apresentaram grandes variações, sendo que os valores mais elevados acompanharam a precipitação.

Tabela 1. Valores mensais de porcentagem de plantas com flores e frutos, e média destes na população de plantas avaliadas Morrinhos, GO.

Meses	Plantas com flores (%)	Plantas com frutos (%)	Média de flores/planta	Média de frutos/planta	Total de flores	Total de frutos
Jun/05	58,06	50,00	7,44	5,35	134	---*
Jul/05	67,64	32,35	6,56	1,81	151	20
Ago/05	73,52	11,76	7,56	2,75	189	11
Set/05	70,58	41,17	7,79	2,00	187	28
Out/05	79,41	35,29	17,11	3,58	462	43
Nov/05	79,41	41,17	17,51	5,42	473	76
Dez/05	76,47	38,23	12,80	2,23	333	29
Jan/06	84,84	23,52	19,03	1,62	533	13
Fev/06	84,84	27,27	22,85	1,33	640	12
Mar/06	90,62	50,00	28,27	2,56	820	41
Abr/06	81,25	62,50	13,07	2,95	340	59
Mai/06	87,09	12,50	12,03	1,25	325	5
Jun/06	70,96	46,87	11,63	2,26	236	34

* Como este foi o primeiro mês estudado, não houve como quantificar a produção de frutos dos últimos 30 dias.

Tabela 2. Variáveis climáticas: precipitação, temperatura e umidade.

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
Jun/05	7	21,38	57,11
Jul/05	0	20,15	51,88
Ago/05	13	22,03	41,14
Set/05	15	24,68	45,48
Out/05	71,8	26,87	43,48
Nov/05	327,1	24,11	71,23
Dez/05	480,2	23,82	70,2
Jan/06	193,8	23,77	65,63
Fev/06	162,7	24,67	71,93
Mar/06	328	24,53	78,18
Abr/06	129,4	23,55	72,38
Mai/06	17,6	19,92	60,6
Jun/06	0,6	19,12	56

A espécie floresceu durante todo o ano especialmente nos meses de janeiro a março, resultado um pouco diferente do observado por Oliveira Filho e Oliveira (1988) e Almeida et al. (1998), que relataram que a floração ocorre principalmente nos meses de março a novembro. Esta diferença pode estar associada a vários fatores como, por exemplo, o local de estudo ou os níveis de chuva ocorridos nos períodos estudados, uma vez que os estudos foram conduzidos em diferentes anos. A presença constante de flores na população pode atuar como atrativo para polinizadores, Piedade-Kill e Ranga (2000) comentam que a presença de muitas inflorescências por indivíduos aumenta a atratividade de polinizadores.

Durante o período avaliado foram registradas 4.945 flores abertas e produção de 442 frutos. Comparando o número de flores hermafroditas e funcionalmente masculinas, constatou-se que as flores hermafroditas representam apenas 5% da produção total de flores, e o número de frutos representa 8,4% da produção total de flores, permitindo sugerir que exista alta conversão de flores hermafroditas em frutos. Ou seja, a fertilidade das flores hermafroditas parece compensar o número reduzido de flores.

A maior proporção de flores funcionalmente masculinas pode ter favorecido a polinização cruzada, pois se em um indivíduo houver a presença somente de flores funcionalmente masculinas não haverá possibilidade de autofecundação, e os grãos

de pólen deste indivíduo serão obrigatoriamente conduzidos até a flor de outra planta. Isto pode ser considerado como promotor e/ou ampliador de variabilidade genética. Franceschinelli (2005) comenta que se grande número de grãos de pólen são perdidos uma maior quantidade de flores ou pólen deve ser produzida para garantir o sucesso reprodutivo, podendo ser esta a estratégia utilizada por *S. lycocarpum* ao produzir um número elevado de flores funcionalmente masculinas. No entanto, ao referir-se à troca de genes em diferentes plantas do Cerrado, deve-se levar em consideração que nas plantas deste bioma é comum que se encontrem plantas provenientes de brotamento de raízes, o que aparenta serem indivíduos distintos. No entanto, Martins et al. (2006) relatam que *S. lycocarpum* aparentemente não se reproduz por propagação vegetativa. Os mesmos autores constataram que aproximadamente dez indivíduos atuaram como doadores de pólen para cada fruto produzido em *S.*

lycocarpum. Estudos referentes à auto-incompatibilidade na espécie são contraditórios, veja Oliveira Filho e Oliveira (1988), Martins et al (2006).

Todas as plantas da população floresceram em pelo menos um mês do ano, obtendo uma variação de 58,06% a 90,62% de plantas floridas (Tabela 1). A floração tendeu a apresentar valores ascendentes durante o período de maior precipitação. Apenas no mês de dezembro houve um pequeno decréscimo na produção de flores, que continuou aumentando até o mês de março, quando iniciou a redução da precipitação e da produção de flores. Houve dois picos de frutificação, um em novembro e outro em abril (Tabela 2). No entanto, é necessário um estudo mais detalhado referente à frutificação em lobeira, uma vez que a frutificação nesta espécie não está correlacionada com fatores ambientais (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação de Spearman entre número de flores e frutos e temperatura, umidade e precipitação.

	Número	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)
total				
Flores		$r_s = 0,57$	$r_s = 0,68^*$	$r_s = 0,81^*$
Frutos		$r_s = 0,40$	$r_s = 0,32$	$r_s = 0,41$

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t, demais valores não significativos

A correlação não foi significativa entre produção de flores, frutos e temperatura (Tabela 3). Tal fato justifica-se por não ter ocorrido grandes oscilações na temperatura média mensal durante o período avaliado. A correlação obtida entre flores e precipitação ($r_s = 0,81$) e floração e umidade ($r_s = 0,68$) sugerem que a produção de flores está associada a essas variáveis ambiental. Fracasso e Sazima (2004) comentam que o pico longo de floração favorece a visitação contínua às plantas por polinizadores, pois a atração exercida sobre as abelhas depende do sinal floral, como odores, coloração e abundância de flores e de plantas. Piedade-Kill e Ranga (2000) constataram em *Jacquemontia multiflora* (Convolvulaceae) que o brotamento e floração ocorrem principalmente ao longo da estação chuvosa, sugerindo que a precipitação é o principal fator estimulador da produção de folhas e flores. Fato semelhante pode ser observado em lobeira do cerrado, pois a correlação existente entre floração e precipitação permite as mesmas conclusões dos autores citados.

Conforme comentado anteriormente, não houve correlação significativa entre produção de frutos e as variáveis ambientais analisadas (Tabela

3). Considerando a correlação existente entre floração e precipitação e umidade, já era esperado que outros fatores estivessem influenciando na frutificação. No entanto, são necessários estudos mais detalhados sobre a influência dos fatores climáticos sobre a produção de flores e frutos. A variação na quantidade de frutos de lobeira encontrados ao longo do ano pode ser explicada por alguns fatores. A primeira explicação pode ser baseada em Fracasso e Sazima (2004), que comentam que a frutificação em condições naturais pode estar relacionada à dinâmica de visita das principais espécies polinizadoras, influenciando o sucesso reprodutivo. A variação na quantidade de frutos em *S. lycocarpum* pode estar relacionada à presença e eficiência de polinização dos agentes visitantes. Outra explicação seria que a produção de frutos e de sementes são processos que requerem maior gasto de energia para a planta, podendo a própria planta fazer tal regulação, o que pode ser justificada pelos picos de frutificação que ocorreu na espécie (novembro e abril). Pode-se constatar que após estes picos, a produção de frutos no mês seguinte foi restrita.

No entanto, pode-se observar que a maior produção de frutos foi no mês de novembro (76

frutos, Tabela 3), isto provavelmente devido a uma sincronização da planta para que os maiores números de sementes produzidas por esta germinem no período chuvoso, uma vez que os frutos levam de 47 a 120 dias para se tornarem maduros (RODRIGUES, 2002, dados não publicados). Esta é uma estratégia comum em plantas do Cerrado, pois neste ambiente há uma escassez de água durante um período do ano, especialmente no inverno, sendo assim, em muitas plantas do Cerrado há uma sincronização de germinação de sementes no período chuvoso, permitindo que haja um rápido desenvolvimento do sistema radicular, o que favorece maior resistência da plantas jovens à estação seca (OLIVEIRA, 1998).

Com este estudo, foi possível verificar que *S. lycocarpum* floresce e frutifica durante todo o ano, e que o período de maior produção de flores está diretamente relacionado com a estação chuvosa, e que provavelmente nesta espécie exista uma sincronização para que maior número de sementes germine no período chuvoso. A formação de frutos por todo o ano é vantajosa para espécies que ocupam áreas abertas sujeitas aos diversos tipos de alterações, inclusive impactos antrópicos. O fruto de

S. lycocarpum produz um grande número de sementes, podendo variar desde poucas até muitas centenas, aumentando a chance de germinação e estabelecimento da planta no ambiente de ocupação.

CONCLUSÕES

Em *S. lycocarpum* ocorre alta conversão de flores hermafroditas em frutos, porém são necessários mais estudos para testar essa hipótese.

Existe uma correlação alta e positiva em relação à floração de *S. lycocarpum* e precipitação;

A frutificação de *S. lycocarpum* não está associada às variáveis umidade relativa do ar, temperatura e precipitação, na população avaliada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao proprietário rural José Ovídio de Moura e funcionários pela disponibilização da área onde o estudo foi conduzido, e pelo apoio no trabalho de campo. E ao Dr. Vinícius Castro Souza e Dr. João Renato Stehmann pela identificação da espécie.

ABSTRACT: *Solanum lycocarpum* (lobeira) is a typical and abundant species of Brazilian Cerrado, which occupies mainly surrounding disturbed areas. It has interesting characteristics from the point of view of reproductive biology, that probably are favoring the large occupation of habitats by the species. Based on the fact that the species produces flowers and fruit during all the year, the present study had the purpose to verify the association between flower and fruit production with environmental variables (temperature, relative humidity and precipitation), aiming to support future studies referring to reproductive biology and ecology of plant species from Cerrado biome. A population of *S. lycocarpum* composed of 34 plants in reproductive phase, situated in Morrinhos, south of the State of Goiás, Brazil, was evaluated. All the plants were geographically referenced with a GPS receptor. Observations were made monthly during 13 months (June, 2005 to July, 2006) quantifying open flowers and fruits produced in the intervals between the observations. It was possible to suggest high conversion of flowers in fruits. The Spearman rank correlation showed positive correlation of flower number with precipitation and relative humidity. Fruit number was not correlated with the environmental variables.

KEYWORDS: Reproductive biology. *Solanum lycocarpum*. Cerrado.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado:** Espécies vegetais úteis. 1 ed. Planaltina: EMBRAPA – CPAC. 1998. 464p.
- COURTENAY, O. Conservation of the Maned Wolf: Fruitful relations in a changing environment. **Canid news**. n. 2, 1994.
- FRACASSO, C. M.; SAZIMA, M. Polinização de *Cambessedesia hilariana* (Kunth) DC. (Melastomataceae): sucesso reprodutivo versus diversidade, comportamento e frequência de visita de abelhas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 797-804, 2004.
- FRANCESCHINELLI, E. V. The pollination biology of two species of *Helicteres* (Malvaceae) with different mechanisms of pollen deposition. **Flora** **200**. p. 65-73, 2005.

- FUNK, D. T. **Eastern white Pine Seed Source Trials: Ten-Year Result from Three Midwestern Plantations**. St. Paul, North Central Forest Experiment Station. 4p. (USDA. Forest Service Research Note, NC-113). 1971.
- LEE, C. H. Geographic Variation of Growth and Wood Properties in Eastern White Pine: 15 years results. *In: North-eastern Forest tree Improvement Conference*, 21, New Brunswick, 27-30, p. 36-41, 1974.
- MARTINS, K. Diversidade genética e fluxo gênico via pólen e sementes em populações naturais de *Solanum lycocarpum* St. Hil (Solanaceae) no Sudeste de Goiás. 2005. 128p. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.
- MARTINS, K.; CHAVES, L. J.; BUSO, G. S. C.; KAGEYAMA, P. Y. Mating system and fine-scale spatial genetic structure of *Solanum lycocarpum* St.Hil. (Solanaceae) in the Brazilian Cerrado. **Conservation Genetics**. v. 7, p. 957-969, 2006.
- MARTINS, K.; MOTTA JUNIOR, J. C. The maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* (Mammalia: Canidae), as seed disperser of *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) in Southeastern Brazil: a test with captive animals. **3rd International Symposium-Workshop on Frugivores and Seed Dispersal**. Resumo, São Pedro, p. 217. 2000.
- OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva de espécies de Cerrado. *In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S. P.* (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, cap. 4, p. 170-192, 1998
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; OLIVEIRA, L. C. A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hill. (Solanaceae) em Lavras MG. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 11, n. 1/2, p. 23-32, 1988.
- PIEDEDE-KILL, L. H.; RANGA, N. T. Biologia Floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 37-43, 2000.
- RODRIGUES, F. H. G. **Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF**. 2002. 96p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Unicamp, Campinas. 2002.