



DINÂMICA DA SECREÇÃO DE NÉCTAR DE *ANANAS ANANASSOIDES* (BAKER) L.B.SMITH (BROMELIACEAE) E SUA RELAÇÃO COM OS POLINIZADORES EM CERRADO *STRICTO SENSU*. ANÁLISES PRELIMINARES.

Juliana M. Stahl¹

Elza Guimarães¹; Massimo Nepi²; Silvia R. Machado¹

¹Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Distrito de Rubião Júnior, s/n^o, 18618 - 000, Botucatu, SP, Brasil. ²Universidade de Siena, Departamento de Ciências Ambientais, Via P.A.Mattioli 4, 53100, Siena, Itália. e - mail: juliana.mstahl@gmail.com

INTRODUÇÃO

Bromeliaceae compreende aproximadamente 56 gêneros e 2600 espécies que, exceto por *Pitcairnia feliciana* do oeste africano, encontram-se restritas às regiões neotropicais (Smith e Till, 1998). É considerado um importante componente em vários biomas brasileiros, sendo relatadas 53 espécies para o Cerrado (Mendonça *et al.*, 1998).

Ananas ananassoides é uma bromélia terrestre, pertencente à subfamília Bromelioideae, comumente encontrada em fragmentos de Cerrado da região centro-oeste do Estado de São Paulo (Proença e Sajo, 2007, 2008). É popularmente denominada ananás ou abacaxi-do-cerrado, sendo conhecida e bastante utilizada na região central do Brasil por suas propriedades contra doenças do trato gastrointestinal. Esta espécie ocorre nos fragmentos de cerrado da região de Botucatu e Pratânia (Machado *et al.*, 2005; Maroni *et al.*, 2006), sendo de grande importância na manutenção da fauna local, por ser caracterizada como uma espécie zoófila e zoocórica (Gottsberger e Silberbauer - Gottsberger, 2006).

OBJETIVOS

Informações sobre a estrutura e o funcionamento dos nectários septais desta espécie são fundamentais para se compreender as bases das interações com os visitantes florais. Como parte de uma proposta mais ampla, o presente trabalho teve como objetivo conhecer a dinâmica da secreção de forma integrada, incluindo desde os aspectos celulares até os ecológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas populações naturais de *Ananas ananassoides* registradas em um fragmento de cerrado de 180 ha pertencente à reserva particular de cerrado Palmeira

da Serra, localizada no município de Pratânia, SP (S 22°48'50,2" e W 48°44'35,8").

Análises morfológicas de flores em diferentes estágios de desenvolvimento foram realizadas segundo técnicas usuais em anatomia vegetal, visando caracterizar o nectário e identificar o período de atividade do mesmo. O volume (ul), a concentração de açúcares e o padrão de produção do néctar foram medidos em cerca de 70 flores, de 10 plantas, previamente isoladas em sacos de voile desde a pré-antese.

Com o objetivo de avaliar a dinâmica da produção de néctar, dois experimentos foram delineados:

Experimento 1: o néctar foi esgotado a cada 3 horas ao longo de toda a antese para identificar o horário de secreção e para avaliar se a produção é contínua durante a vida da flor. A quantidade de néctar produzida em cada um destes intervalos foi medida em 21 flores (n=7 plantas).

Experimento 2: flores ensacadas durante toda a antese tiveram a produção total de néctar medida às 14:00h, 15:00h e 16:00h para verificar a ocorrência de reabsorção do néctar, o efeito da remoção sobre a produção e/ou de danos causados pela manipulação das flores. Foram utilizadas 25 flores (n=6 plantas).

Análises comparativas entre os resultados dos experimentos 1 e 2, incluindo testes de normalidade e testes de comparação de médias foram realizadas com auxílio do programa computacional GraphPad Instat v.3.01, San Diego, Califórnia, USA. Para a realização do Teste t, a distribuição Gaussiana foi testada previamente, utilizando-se o método de Kolmogorov e Smirnov ($p < 0,10$).

Estas avaliações foram realizadas utilizando-se capilares de vidro (Perfecta) para a retirada do néctar e refratômetro de bolso Carl Zeiss (0 - 30%), (Jena, Alemanha) para estimar a concentração de equivalentes de sacarose, usualmente denominada concentração de açúcares (Nicolson e Thornburg, 2007). A concentração de açúcares foi estimada às 5:00h, às 8:00h e às 11:00h; após estes horários não foi possível obter

resultados, pois não houve quantidade de néctar suficiente para sensibilizar o aparelho.

A quantidade de açúcar em mg ul de néctar foi calculada para estimar o valor energético do néctar produzido por cada flor, em média, ao longo de sua vida, utilizando - se a regressão exponencial proposta por Galetto e Bernadello (2005).

A análise da composição de açúcares do néctar de *A. ananassoides* foi realizada em HPLC a partir de 3 amostras de material coletado durante o período de florescimento e mantido congelado em nosso laboratório.

RESULTADOS

A produção de néctar inicia - se na fase de botão, sendo observado acúmulo de secreção na porção labiríntica do nectário de botões em pré - antese.

Experimento 1

Verificou - se que no início da antese as flores produziram, em média, às 05:00h, 11,14 + 9,16ul de néctar (n=14 flores) e às 8:00h, 11,21 + 6,96ul de néctar (n=14 flores). A produção se manteve contínua até o final da manhã, por volta das 11:00h, quando, aparentemente, houve um decréscimo (4,03 + 7,47ul, n=14 flores). Verificou - se um aumento nas taxas de produção por volta das 14:00h, subindo para 8,55 + 4,18ul (n=9 flores). No final da antese, às 17:00h, a produção praticamente cessa sendo encontrado apenas 0,28 + 0,75ul de néctar (n=7 flores). O volume de néctar acumulado, por flor, durante a antese foi em média de 32,03 + 16,68ul de néctar.

Experimento 2

Observou - se um aumento no volume total de néctar produzido por flor até as 15:00h, sendo o volume médio às 14:00h de 29,00 + 13,66ul (n=7 flores) passando para 40,25 + 14,48ul de néctar (n=12 flores) às 15:00h. A partir desse horário, no final da antese, houve um decréscimo, tendo sido observado um volume total de 24,23 + 14,99ul de néctar por flor às 16:00h. Embora a quantidade total de néctar produzida pelas flores com remoção a cada três horas seja maior (32,04 + 16,68) do que a quantidade total produzida por flores que acumularam néctar durante aproximadamente 12 horas sem nenhuma remoção (24,23 + 14,99) o teste de comparação de médias revelou que estas diferenças não foram significativas ($t=1,275$; $p=0,2140$).

Em *A. ananassoides* não se verificou diferença significativa entre a produção média e a frequência de remoção de néctar, sugerindo que a atuação dos visitantes florais não influencia fortemente a dinâmica de secreção. Resultados semelhantes foram obtidos para quatro espécies de Bromeliaceae, *Aechmea organensis*, *A. ornata*, *Nidularium innocentii* e *N. rubens* por Machado e Semir (2006). Entretanto, neste mesmo estudo, em outras espécies, os autores verificaram correlação positiva entre a produção de néctar e a frequência de visitas de beija - flores, sugerindo ausência de um padrão para a produção de néctar em Bromeliaceae. Experimentos adicionais serão conduzidos no próximo período de florescimento de *A. ananassoides* para confirmar esta hipótese.

A concentração de equivalentes de sacarose do néctar variou entre 30% às 5:00h, 20% às 8:00h e 24% às 11:00h. O valor energético estimado para cada ul de néctar, foi de 0,34 mg,

0,26mg e 0,21mg de açúcar, respectivamente. Nas primeiras horas após a abertura floral, o valor energético estimado por flor foi de 3,78mg de açúcar, o que equivale a 15,12cal.

A análise, em HPLC, da composição de açúcares no néctar indicou claro predomínio de sacarose (0,14 + 0,03mg/ul) sobre glicose (0,06 + 0,01mg/ ul) e frutose (0,05 + 0,003mg/ul), a qual corresponde à aproximadamente 55% do total de açúcares verificado no néctar. As hexoses, como a glicose e a frutose, compreendem 25 e 20% do total, respectivamente.

A concentração, composição e volume de néctar têm sido estudados em diversos grupos de plantas, visando compreender a dinâmica de secreção. Considerando que o néctar é um recurso para os polinizadores, espera - se que ele, por sua vez, sofra pressão seletiva pela ação dos mesmos (Baker e Baker, 1983a), o que resultaria em uma convergência na composição de açúcares entre plantas com os mesmos tipos de polinizadores (Baker e Baker, 1983a,b).

A composição química do néctar é dominada por três açúcares simples: o dissacarídeo sacarose e seus componentes monossacarídeos, frutose e glicose. Estes açúcares podem ser derivados da sacarose translocada na seiva do floema ou ser sintetizados no nectário (Nicolson e Thornburg, 2007). As quantidades relativas de cada um deles são determinadas pela invertase do nectário, que hidrolisa a sacarose em glicose e frutose, antes ou durante a secreção de néctar (Pate *et al.*, 1985). A hidrólise parcial é aparentemente responsável pela composição mista de açúcares observada na maioria dos nectários (Baker e Baker, 1983b). Segundo estes autores, o néctar rico em sacarose estaria correlacionado com polinização por mariposas e borboletas, abelhas de língua longa e beija - flores. Com exceção de mariposas, todos os outros grupos foram observados visitando as flores de *A. ananassoides*, cujo néctar apresentou porcentagem média de sacarose de 55%. A idéia da dominância de sacarose é reforçada pelo valor médio de 64,4% de sacarose, encontrado no néctar de 278 espécies polinizadas por beija - flores (Nicolson e Fleming, 2003).

O período de produção de néctar está, normalmente, correlacionado com o período no qual os polinizadores estão ativos (Cruden *et al.*, 1983). Em *A. ananassoides* a secreção de néctar principia algumas horas antes dos polinizadores iniciarem as visitas às flores, sendo que os principais visitantes, no início da antese, foram os beija - flores.

O néctar produzido por flores ornitófilas é, geralmente, diluído apresentando conteúdo de água equivalente a 75 - 80% (Nicolson, 2006). Roberts (1996) refere que, ao contrário do que os modelos predizem, os beija - flores, geralmente, preferem soluções de sacarose diluídas em, pelo menos, 65% de água. Esta concentração é importante, pois para o beija - flor ingerir o néctar ele tem que fluir, por capilaridade, pelos sulcos da sua língua (Nicolson e Thornburg, 2007).

A. ananassoides apresentou concentração de açúcares variando entre 20 e 30% ou seja, uma diluição de 70 a 80%, que é congruente com os dados apresentados por Nicolson (2003) e por Roberts (1996) para espécies polinizadas por beija - flores.

CONCLUSÃO

A diluição do néctar, a porcentagem de sacarose e o horário de produção do mesmo em *Ananas ananassoides* indicam uma estreita relação desta espécie com as necessidades dos beija-flores que a polinizam. Isto sugere uma adequação funcional dos nectários de *A. ananassoides* à ornitofilia e demonstra a importância da conservação desta espécie e do bioma onde ela ocorre, já que dentre a ampla guilda de visitantes, encontram-se diversas espécies de beija-flores que se alimentam do néctar das flores desta espécie.

À FAPESP pelo financiamento do projeto, ao Dr. Sidnei Mateus do Departamento de Biologia da FFCLRP/USP pela identificação das abelhas e ao biólogo Flávio K. Ubaid, do Departamento de Zoologia, IBB/UNESP, pela identificação dos beija-flores.

REFERÊNCIAS

- Baker, H.G., & Baker, I. A brief historical review of the chemistry of floral nectar. In: B. Bentley, & T. Elias (eds.), *The biology of nectaries*. New York. Columbia University Press. 1983a, p.126–152.
- Baker, H.G., & Baker, I. Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. In: C.E. Jones, & R.J. Little (eds.), New York: Van Nostrand Reinhold *Handbook of experimental pollination biology* 1983b, p.117–141, .
- Cruden, R.W., Hermann, S.M., Peterson, S. Patterns of nectar production and plant animal coevolution. In: Bentley, B.; Elias, T. (eds.). *The biology of nectaries*. New York: Columbia University Press, 1983, p.126 - 152
- Galleto, L.; Bernadello, G. Néctar. In: Dafni, A.; Kevan, P.G.; Husband, B.C. (Eds.). *Pollination ecology: a practical approach*. Canadá: Enviroquest Ltd. Ontario, 2005, p.156 - 212.
- Gottsberger, G.; Silberbauer - Gottsberger, I. *Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Ecosystem*. Germany: AZ Druck und Datentechnik GmbH, 2006, 384p.
- Machado, C.G.; Semir, J. Flowering phenology and floral biology of some ornitophilous Bromeliaceae of an Atlantic Forest area in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(1):163 - 174, 2006.
- Machado, S.R.; Barbosa, S.B. & Campos, C.J. *Cerrado Palmeira da Serra: guia de campo ilustrado*. São Carlos: RIMA Ed, 2005, 184p.
- Maroni, B.C.; Di Stasi, L.C.; Machado, S.R. *Plantas medicinais do cerrado de Botucatu: guia ilustrado*. São Paulo: Editora UNESP, 2006, 194p.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E. Flora Vascular do Cerrado In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (Eds) *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1998, 556p.
- Nicolson, S.W. Water management in nectar-feeding birds. *American Journal Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 291:828 - 829, 2006.
- Nicolson, S.W.; Fleming, P.A. Nectar as food for birds: the physiological consequences of drinking dilute sugar solutions. *Plant Systematics and Evolution*, 238:139–153. 2003.
- Nicolson, S. W., Thornburg, R. W. Nectar chemistry. In: S.W. Nicolson, M. Nepi, and E. Pacini (eds.), *Nectaries and Nectar*, Springer, 2007, p.215–264.
- Pate, J.S.; Peoples, M.B.; Storer, P.J.; Atkins, C.A. The extrafloral nectaries of cowpea (*Vigna unguiculata*(L.) Walp.) II. Nectar composition, origin of nectar solutes, and nectary functioning. *Planta*, 166:28–38, 1985.
- Proença, S.L.; Sajo, M.G. Leaf anatomy of bromeliads from the cerrado of São Paulo State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 21(3):657 - 673, 2007.
- Proença, S.L.; SAJO, M.G. Anatomy of the floral scape of Bromeliaceae. *Revista Brasileira de Botânica*, 31(3):399 - 408. 2008.
- Roberts, M.W. Humminbirds nectar concentration preferences at low volume: the importance of time scale. *Animal behaviour*, 52(2):361 - 370, 1996.
- Smith, L.B. & Till, W. Bromeliaceae. In: K. Kubitzki(ed). *The Families and Genera of Vascular Plants IV*,. New York, Springer. 1998, p.74–99.