

Fenologia de três espécies de *Tillandsia* (Bromeliaceae), em um fragmento de Cerrado no sudeste do Brasil*Phenology of tree species of Tillandsia (Bromeliaceae), in a cerrado fragment in Southeastern Brazil.*Rafael Soave Guerta^{1,3}; Lucas Gustavo Lucon¹; Rodolfo Antonio de Figueiredo²¹ Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Federal de São Carlos, Via Washington Luiz, Km 235, 13565-905, São Carlos, SP² Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Anhanguera, Km 174, 13600-970, Araras, SP³ Autor para Correspondência (*Author for correspondence*): rsguerta@gmail.com**Resumo**

Estudos fenológicos em plantas buscam caracterizar eventos biológicos repetitivos. A família Bromeliaceae tem sido um importante objeto de estudo para facilitar a compreensão desses eventos ecológicos. Em uma área de cerrado, no sudeste do estado de São Paulo, cinco indivíduos de cada espécie, *Tillandsia tenuifolia*, *T. pohliana* e *T. tricholepis*, foram monitorados quinzenalmente, ao longo de um ano. Registrou-se o período de floração, frutificação e do estado vegetativo, além de observações sobre os tipos de dispersão, dispersores de sementes e testes de autocompatibilidade. As três espécies caracterizaram-se como epífitas e com dispersão anemocórica. Apesar da variação intraespecífica para alguns eventos fenológicos, tais como na floração e na frutificação, houve uma tendência ao padrão sequencial de floração para as populações de bromélias estudadas. *T. tenuifolia* foi a única espécie que recebeu visitas de aves e insetos polinizadores.

Palavras-chave: Bromélia, reprodução, floração, frutificação, polinização.**Abstract**

Phenological studies aim to characterize repetitive biological events. Bromeliaceae has been important to this understanding. In a cerrado area, South eastern of São Paulo State, fortnightly during one year, five bromeliad individuals of each specie, *Tillandsia tenuifolia*, *T. pohliana* and *T. tricholepis*, was monitored. It was registered the flowering, fruiting and vegetative phase in addition to records about dispersion types, seed dispersers and self-incompatibility test. All bromeliads species were characterized as epiphytic and with anemocoric dispersal. Although there was an intraspecific variation for some phenological events such as in flowering and in fruiting, there was a tendency to sequential flowering pattern for the studied bromeliads populations. Just *T. tenuifolia* was the only specie visited by pollinators agents, was not self-pollinated.

Keywords: Bromeliad, reproduction, flowering, fruiting, pollination.

INTRODUÇÃO

Estudos fenológicos buscam caracterizar eventos biológicos repetitivos, assim como as causas de sua ocorrência em relação às pressões seletivas bióticas e abióticas e da inter-relação entre as fases caracterizadas por esses eventos, para uma ou um conjunto de espécies (Lieth, 1974; Morellato, 1991). Na região tropical, diferentes autores demonstram que as bromélias são importantes para o entendimento de padrões ecológicos como floração e frutificação (e.g. Machado, 2000; Varassin & Sazima, 2000; Matallana et al., 2010). No Brasil, os estudos fenológicos de Bromeliaceae concentram-se em diferentes regiões de Mata Atlântica (e.g. Sazima et al., 1995; Martinelli, 1997; Sazima et al., 1999; Buzato et al., 2000; Canela & Sazima, 2003; Kaehler et al., 2005), além de estudos em planícies costeiras (e.g. Araújo et al., 1994; Fischer, 1994; Araújo et al., 2004; Rocha-Pessôa et al., 2008) e Floresta Amazônica (e.g. Nara & Webber, 2002). A maioria desses estudos é direcionada em caracterizar a fenologia da floração, síndromes de dispersão e distribuição espacial da comunidade. Estudos fenológicos em áreas de Cerrado se concentram sobre o conjunto de espécies vegetais arbóreas, herbáceas e arbustivas (Batalha et al., 1997; Batalha & Mantovani, 2000; Oliveira & Gibbs, 2000; Batalha & Martins, 2004; Tannus et al., 2006).

Os componentes abióticos (luz, água, dentre outros) e bióticos (agentes polinizadores e dispersores) são reconhecidos como fatores importantes que influenciam os padrões de floração, frutificação e distribuição espacial de bromélias (Medina, 1990; Araújo et al., 1994; Fischer & Araújo 1995; Krömer et al., 2006). Os recursos tróficos florais ofertados pelas bromélias são caracterizados como importantes fontes de alimento para diversos animais, como os beija-flores nectarívoros (Buzato et al., 2000). Estas aves são consideradas como os principais visitantes florais e polinizadores de diversas espécies de bromélias (Fischer, 1994; Sazima et al., 1996; Varassin & Sazima, 2000; Kaehler et al., 2005; Krömer et al., 2006), com participação menor

de outros grupos como morcegos, borboletas e abelhas (Fischer, 1994; Machado, 2000; Araújo et al., 2004).

As características morfológicas e o modo de dispersão das sementes em Bromeliaceae subdividem essa família em três subfamílias: i) Pitcairnoideae, espécies terrestres que produzem sementes aladas dispersas pelo vento; ii) Bromelioideae, espécies terrestres e epífitas, com frutos carnosos e sementes dispersas por animais; e iii) Tillandsioideae que possui, em maioria, espécies epífitas com sementes plumosas e dispersas pelo vento. Assim, além dos estudos fenológicos, a caracterização das sementes e seu modo de dispersão permitem entender melhor sua história natural (Benzing, 2000).

Este trabalho teve como objetivo registrar os estágios fenotípicos de brotamento, queda de folha, floração, frutificação e dispersão de sementes, bem como dados sobre o sistema de autocompatibilidade das bromélias *Tillandsia tenuifolia* L., *T. pohliana* Mez e *T. tricholepis* Baker, em uma área de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende um fragmento florestal (21°58'S e 47°52'W), pertencente ao *campus* da Universidade Federal de São Carlos, região central do estado de São Paulo, Brasil. A área conta com 124,68ha de vegetação de cerrado, 3,60ha de matas de galeria, 93,84ha de eucaliptais com sub-bosque de cerrado e 222,73ha de silvicultura de *Eucalyptus*, além de 83,67ha compostos por represas, trilhas e campos alterados (Paese, 1997). O local é relativamente alterado, sofrendo ações antrópicas esporádicas com a retirada de *Eucalyptus* e queimadas ocasionais. O clima da região é tropical com verão úmido e inverno seco, sendo os menores índices pluviométricos atingidos geralmente entre os meses de abril e setembro (ver Paese, 1997; Francisco & Galetti, 2001 e referências citadas).

Os registros fenológicos foram realizados entre março de 2007 e fevereiro de 2008.

Cinco indivíduos adultos de cada espécie, localizados em forófitos diferentes, espaçados entre si por no mínimo vinte metros, foram marcados e monitorados quinzenalmente. Os espécimes (Figura 1) estavam localizados em uma área de Cerrado *sensu stricto*, com exceção de dois indivíduos da espécie *T. pohliana* e um indivíduo de *T. tricholeps* que estavam em uma mata ciliar, no interior do cerrado. Considerando estes indivíduos estarem em ambiente ripário distinto ao dos outros indivíduos, as possíveis diferenças entre padrões fenológicos foram consideradas na interpretação dos resultados. Todas as exsicatas foram depositadas no herbário da Universidade Federal de São Carlos, *campus* São Carlos. O estágio vegetativo foi considerado pela ausência de inflorescências, botões florais, frutos e com a presença apenas de folhas (Figueiredo, 2005). A ocorrência do estágio de brotamento de folhas foi considerada quando se observou o aparecimento de pequenas folhas brilhantes de coloração verde-clara ou avermelhada e seu término considerado quando a folha apresentava coloração semelhante às demais e atingia 3/4 do tamanho da folha adulta (Figueiredo, 2005). A senescência (queda de folhas) foi considerada quando as folhas mudavam sua coloração apresentando tons amarelados ou marrons até se destacarem da planta (Figueiredo, 2005).

O início da fenofase de floração foi definido a partir da emissão da inflorescência, e o início do período reprodutivo quando as flores entraram em antese e apresentaram pelo menos um botão floral. Considerou-se o término do período floral quando nenhum dos indivíduos monitorados foram registrados com flor em período de antese. Considerou-se o início da fenofase de frutificação quando houve registro de pelo menos um fruto verde, e seu término quando nenhum indivíduo apresentava frutos maduros (Marques & Lemos-Filho, 2008). A fenofase de dispersão foi considerada pela presença de frutos maduros na iminência de dispersão até quando se observou ausência de bagas (Marques & Lemos-Filho, 2008). O modo de dispersão de sementes foi identificado pelo conjunto de características das infrutescências (morfologia, coloração e

deiscência) compatíveis com as síndromes de dispersão de Bromeliaceae (e.g. Benzing 2000, Pijl, 1982).

Os padrões de floração foram definidos segundo Newstrom et al. (1994), Morellato (1991), os quais são descritos como estratégias de floração em nível específico *contínuo*, *subanual episódico*, *anual sazonal* e *supra-anual*. Os padrões de frutificação foram classificados de acordo com Florencio et al. (2009) e Morellato (1991) com sendo *contínua*, *longa* e *sazonal*. A atividade vegetativa de produção e queda de folhas foi classificada segundo Morellato et al. (1989): *decíduo*, *semidecídúo* e *não decíduo* ou *perenifólio*.

Nos períodos em que haviam flores abertas, foram realizados 24h de observação focal para *T. pohliana* e para *T. tenuifolia* e 12h para *T. tricholeps* em um intervalo de quatro meses. Por questões logísticas não foi possível realizar o mesmo esforço de campo para observação dos polinizadores. As observações ocorreram distribuídas igualmente entre 06h00min e 18h00min, a identificação dos polinizadores por meio visual e em campo foram auxiliados por binóculos e guia de campo.

Para verificar a ocorrência de autopolinização espontânea, o maior número possível de botões florais encontrados na pré-antese de outros indivíduos foram ensacados com sacos de papel encerados. Não foi possível investigar a ocorrência do mecanismo de apomixia. Esses novos indivíduos foram acompanhados até o fim da fenofase de floração, quando foi contado o número de frutos produzidos.



A



B



C

Figura 1. As espécies de *Tillandsia* estudadas. A = Sementes germinadas sobre e dentro da cápsula do fruto aberto de *T. pohliana*. B = O indivíduo inteiro com plântulas nos frutos abertos. C = Indivíduo de *Tillandsia tricholeps* em período de dispersão de sementes com plântulas sobre o indivíduo adulto.

Figure 1. The *Tillandsia* studied species. A = Germinated seeds within the capsule and on the open fruit of *T. pohliana*. B = An entire individual with seedlings in open fruit. C = Individual of *Tillandsia tricholeps* in period of seed dispersal with seedling on the adult.

RESULTADOS

Todos os indivíduos do gênero *Tillandsia* estudados foram encontrados em ambientes abertos e expostos diretamente à luz, utilizando troncos e galhos para sustentação, desde estratos mais baixos próximos ao solo, até em lugares altos próximos às copas das árvores. Além disso, houve produção de frutos secos sobre a forma de cápsulas que, quando maduras, se rompem e liberam sementes anemocóricas com estruturas plumosas facilmente dispersadas pelo vento.

Para *T. tenuifolia* (Figura 2) houve apenas registro para três dos cinco indivíduos florescendo entre agosto e setembro, sendo classificado como floração anual sazonal, na estação seca entre agosto e setembro. Nesses indivíduos, após o final da antese, as flores senesceram e nenhum fruto se desenvolveram. Porém, a produção e dispersão de sementes foram registradas em outros indivíduos da mesma espécie na mesma área de estudo (observação pessoal). Ambos os eventos de brotamento e queda foliar ocorreram em todos os indivíduos em todo o período monitorado sendo classificado como evento fenológico não decíduo (Figura 2) com queda na produção de folhas jovens entre fevereiro e junho.

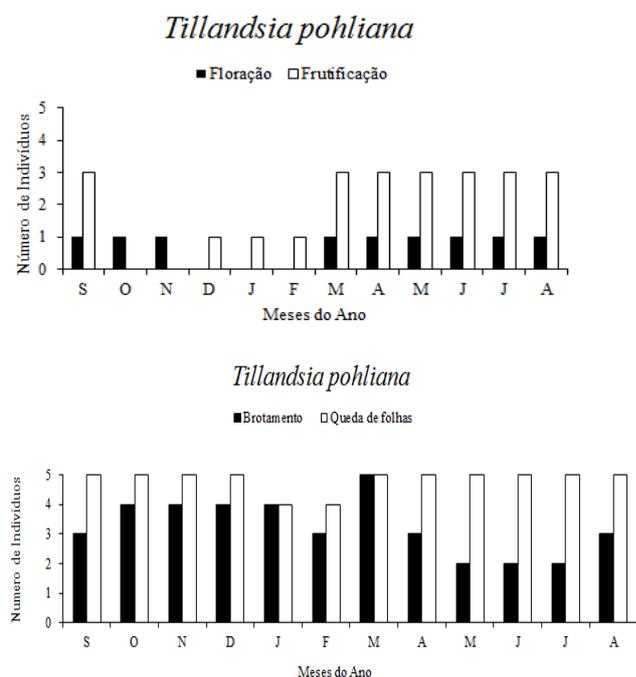


Figura 2. Eventos fenológicos reprodutivos (A) e vegetativos (B) de *Tillandsia tenuifolia*, entre março de 2007 e fevereiro de 2008. J = janeiro, F = fevereiro, ... N = novembro e D = dezembro.

Figure 2. Reproductive (A) and vegetative (B) phenology of *Tillandsia tenuifolia*, between march 2007 and february 2008. J = january, F = february, ... N = november and D = december.

A população de *T. pohliana* apresentou período de floração durante quase todo o ano com indivíduos em diferentes estágios reprodutivos (Figura 3). Dos cinco indivíduos estudados desta espécie, três indivíduos não entraram em florescência e apresentavam frutos em desenvolvimento no início das observações (março de 2007) até setembro com posterior dispersão das sementes. Um dos indivíduos floresceu entre os meses de outubro e novembro com posterior formação de frutos entre dezembro a fevereiro. Outro indivíduo iniciou a floração em março de 2007 até setembro do mesmo ano, não atingindo a antese. Tal variação na produção de frutos foi caracterizada como frutificação longa. O padrão de atividade vegetativo foi classificado como não decíduo (Figura 3). A frequência de brotamentos foliares variou durante o período estudado com registro em no mínimo dois indivíduos. Houve ocorrência de queda de folhas durante todo o ano com uma diminuição de sua ocorrência entre janeiro e fevereiro.

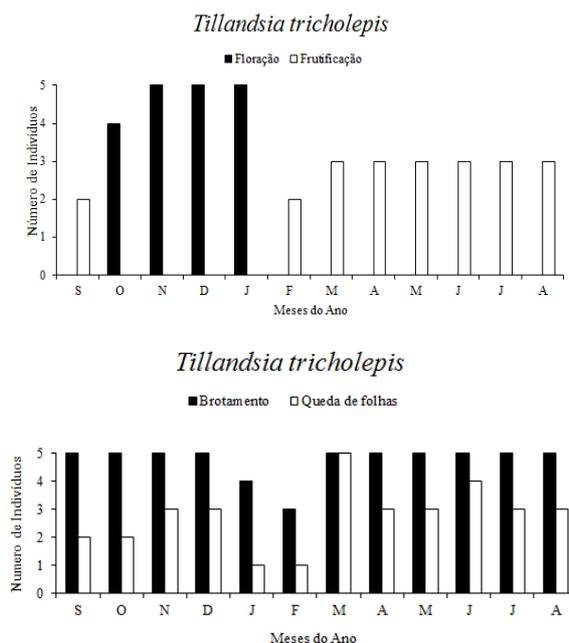


Figura 3. Eventos fenológicos reprodutivos (A) e vegetativos (B) de *Tillandsia pohliana*, entre março de 2007 e fevereiro de 2008. J = janeiro, F = fevereiro, ... N = novembro e D = dezembro.

Figure 3. Reproductive (A) and vegetative (B) phenology of *Tillandsia pohliana*, between march 2007 and february 2008. J = january, F = february, ... N = november and D = december.

T. tricholepis teve sua floração anual sazonal com registros de ocorrência entre outubro e janeiro e posterior aparecimento e amadurecimento de frutos a partir de fevereiro até setembro (Figura 3). Assim como *T. pohliana*, houve indivíduos que não produziram frutos. Dos cinco indivíduos que floresceram, apenas três deles produziram e dispersaram sementes. Para os outros indivíduos, flores e botões florais não desenvolveram e senesceram. O padrão vegetativo classificado como não decíduo teve pequena variação nas fenofase de brotamento com ligeira redução nos meses de janeiro e fevereiro. Nestes dois meses citados anteriormente também houve a redução de indivíduos que perderam folhas (Figura 3).

Foi observado após o início da dispersão em indivíduos de *T. pohliana* e *T. tricholepis* sementes das mesmas espécies germinarem sobre ou dentro da cápsula dos frutos recém abertos e se desenvolverem até plântulas jovens sobre indivíduo adulto (Figuras 3 e 4).

Não foi observado nenhum visitante floral para *T. pohliana* e *T. tricholepis*. Apenas *T. tenuifolia* recebeu visitas por um espécime de borboleta (Lepidoptera) e uma abelha (Hymenoptera: Apidae) e uma visita do beija-flor *Phaethornis pretrei*.

Os resultados do teste de autopolinização indicaram que apenas *T. tenuifolia* não tem essa capacidade (Tabela 1); embora todos os botões florais ensacados tenham entrado em antese, nenhum originou frutos viáveis. Indivíduos de *T. pohliana* e *T. tricholepis* produziram frutos a partir de botões florais ensacados (Tabela 1), sugerindo assim a existência de autopolinização nessas espécies.

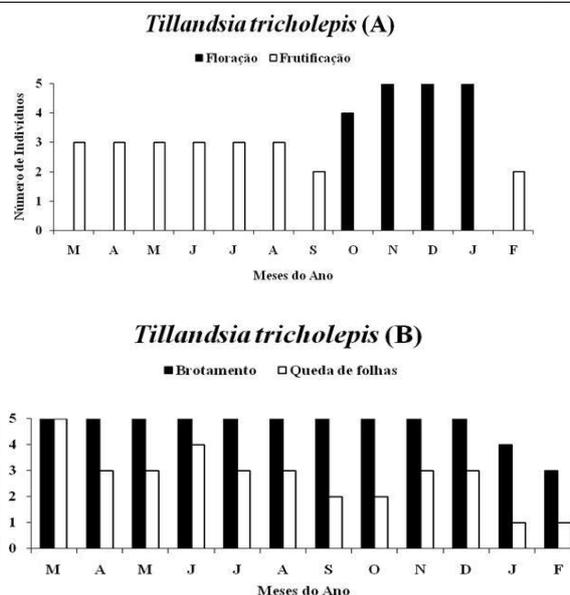


Figura 4. Eventos fenológicos reprodutivos (A) e vegetativos (B) de *Tillandsia tricholepis*, entre março de 2007 e fevereiro de 2008, em São Carlos (SP). J = janeiro, F = fevereiro, ... N = novembro e D = dezembro.

Figure 4. Reproductive (A) and vegetative (B) phenology of *Tillandsia tricholepis*, between march 2007 and february 2008. J = january, F = february, ... N = november e D = december.

Tabela 1. Teste de autopolinização espontânea em três espécies de bromélias.

Table 1. Self-pollination test in three species of bromeliads.

Espécies (nº indivíduos ensacados)	Nº de botões florais ensacados	Nº de frutos produzidos
<i>Tillandsia tenuifolia</i> (4)	20	0
<i>Tillandsia pohliana</i> (6)	36	28
<i>Tillandsia tricholepis</i> (7)	50	31

DISCUSSÃO

As observações de campo referentes a estratégia epifítica, bem como os modos de polinização e dispersão, corroboram a classificação de Benzing (2000) que caracteriza a sub-família Tillandsioideae com indivíduos epífitos e se assemelham a outros registros para outras espécies do gênero (e.g. Fischer, 1994; Machado, 2000; Marques & Lemos-Filho, 2008).

A variação individual de queda e brotamento foliar para as três espécies estudadas, assim como as durações de floração e frutificação nos indivíduos de *T. pohliana*, parecem não se constituir um padrão fenológico comum a

todos os indivíduos monitorados. Esta variação individual também foi registrada para espécies arbóreas de cerrado pode representar uma plasticidade fenotípica das espécies o que dificulta a caracterização dos comportamentos fenotípicos, assim como evidenciado por Lenza e Klink (2006). Nesse sentido, segundo Borchert (1998) plantas lenhosas podem apresentar mudanças no comportamento fenológicos e que podem ocorrer devido a condições climáticas e edáficas particulares dos microhabitats. Acreditamos, pois, que isso possa também estar influenciando tal variação encontrada para bromélias.

O padrão de floração para as três populações de bromélias estudadas teve uma tendência seqüencial, com indivíduos das diferentes espécies florescendo em épocas distintas durante quase todos os meses do ano. O padrão encontrado se assemelha a registros de espécies de bromélias observadas em Mata Atlântica (Buzato et al., 2000; Machado, 2000; Machado & Semir, 2006, Piacentini, 2006), regiões litorâneas (Fischer, 1994; Araújo et al., 2004) e ambientes xérico pedregoso (Marques & Lemos-Filho, 2008). Entretanto, esse padrão difere do padrão agregado para região de Alta-Montana, no Paraná (Kaehler et al., 2005) e na Floresta Atlântica Montana, no Rio de Janeiro (Martinelli, 1997). A ausência da fenofase de floração das espécies de bromélias estudadas durante a estação seca e início da estação úmida (ver dados climáticos em Figueiredo, 2008) pode ser devida diminuição da temperatura média, como também encontrado para outras espécies de bromélias por Kaehler e colaboradores (2005) e por Martinelli (1997).

Os indivíduos estudados floresceram e frutificaram em diferentes períodos, o que pode indicar uma possível sobreposição de padrões fenológicos. Esta característica possivelmente pode levar a uma diminuição da competição por polinizadores entre as espécies simpátricas (Araújo et al., 2004; Marques & Lemos-Filho, 2008). Segundo Araújo et al. (2004), a maior parte de Bromeliaceae florescem no período chuvoso, como registrado para *T. tricholeps*, sendo essa época a de maior diversidade de vetores de polinização (abelhas, beija-flores ou morcegos). Entretanto, bromélias polinizadas apenas por beija-flores florescem no período seco e estas espécies ornitófilas compartilham o polinizador e evitam a competição com a deposição de pólen em diferentes lugares nesses animais (no bico, pescoço ou cabeça, por exemplo) (e.g. Araújo et al., 2004). Além disso, para as espécies de bromélias que depositam o pólen no mesmo lugar do corpo de polinizador, o padrão de floração tende a ser de modo seqüencial, o que permite menor sobreposição de polinizadores (e.g. Araújo et al., 2004). Além disso, esse padrão

seqüencial, somado com as semelhanças morfológicas das estruturas florais permite que o polinizador mantenha sua "imagem de procura" o que aumenta a chance do polinizador encontrar as flores abertas, e conseqüentemente o sucesso na polinização das espécies (e.g. Araújo et al., 2004).

A única espécie com registros fenológicos conhecidos, *T. tenuifolia*, apresentou a floração em estação seca (agosto e setembro) e que diferiu de outras populações em regiões montanhosas como observado nos Andes bolivianos por Kromer et al. (2006), ou em regiões de clima subtropical de altitude por Marques & Lemos-Filho (2008) e Figueiredo (2005). Possivelmente fatores estejam influenciando, direto ou indiretamente seus padrões fenológicos como diferentes características climáticas. Das três espécies estudadas, apenas *T. tenuifolia* recebeu visitas de agentes florais com um único registro de visita de *P. pretrei*, uma abelha e uma borboleta. Tais agentes também foram registrados como visitantes florais para *T. tenuifolia* em área de Mata Atlântica por Figueiredo (2005). Machado e Semir (2006) registraram *Leucochloris albicollis* como único polinizador para essa espécie também em região de Mata Atlântica, apesar de estarem presentes na área outras sete espécies. Além disso, Varassin e Sazima (2000) registraram 62,5% de visitas para *Tillandsia geminiflora* e *T. tenuifolia* sendo realizadas por borboletas. Dessa maneira, os registros dos visitantes florais para as espécies estudadas devem ser considerados como parciais necessitando de observações adicionais, uma vez que outras aves presentes na área (Motta-Junior & Vasconcellos, 1996; Francisco & Galetti, 2001) e invertebrados podem utilizar tais plantas como recursos alimentares.

Apesar de indivíduos das três espécies terem produzido botões florais, nem todos se desenvolveram em frutos a serem dispersos e terminaram por secar. Portanto, nem todo investimento na reprodução resultou em sementes viáveis a serem dispersas. A germinação de sementes sobre ou dentro da cápsula dos frutos na planta mãe observado

em *T. pohliana* e *T. tricholeps* (Figuras 4 e 5) também foi registrada para outras espécies de Tillandsioideae, em uma região de Mata Atlântica, por Araújo et al. (2004) e o mesmo registro pode ter ocorrido nos indivíduos monitorados nesse estudo. Neste caso, os autores sugerem que a pluviosidade intensa pode ter contribuído para danificar diásporos e deformar as plumas que ficam aderidas à cápsula não se dispersando.

A ausência de autopolinização em *T. tenuifolia*, diferentemente das outras duas espécies, demonstra como as estratégias evolutivas do sistema de cruzamento mesmo entre espécies próximas filogeneticamente e simpátricas é diferente. Para o gênero estudado, a auto-incompatibilidade teve seu primeiro registro para a espécie *T. streptophylla*, na região do México (Ramírez-Morillo et al., 2009), e o mesmo foi observado para *T. tenuifolia*, em região de Mata Atlântica Subtropical, na Serra do Japi (SP) (Figueiredo, 2005).

Os resultados desse estudo sugerem que o mecanismo de auto-fertilização para *T. tricholeps* e *T. pohliana* seja frequente em Bromeliaceae (Wendt et al., 2001; Lasso & Ackerman, 2004; Ramírez-Morillo et al., 2009; Matallana et al., 2010), apesar de algumas espécies serem auto-incompatíveis (Martinelli, 1994; presente estudo). Além disso, a auto-fertilização é interpretada como padrão entre espécies hermafroditas (Ramírez-Morillo et al., 2009), além de ser favorecida para epífitas (Bush & Beach, 1995). Assim como demonstrado por Matallana et al. (2010) e Paggi et al. (2007), existem muitos fatores que agem como pressões seletivas para produção e transporte de pólen tais como redução no tamanho efetivo da população, competição pelos mesmos polinizadores ou sua falta e seleção contra hibridização.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. C.; FISCHER, E. A.; SAZIMA, M. Floração seqüencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região de Juréia, sudeste do Brasil. **Revista**

Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 17, p. 113-118, 1994.

ARAÚJO, A. C.; FISCHER, E.; SAZIMA, M. As bromélias na região do Rio Verde. In: MARQUES, O. A. V.; DULEBA, W. (Eds.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins**. Ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2004. p. 162-171.

BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas, Pirassununga, São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 11, n. 1, p. 61-78, 1997.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. 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**, São Carlos, v. 60, n. 1, p. 129-145, 2000.

BATALHA, M. A.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 52, n. 2, p. 149-161, 2004.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile an adaptive radiation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 690 p.

BORCHERT, R. Responses of tropical trees to rainfall seasonality and its long-term changes. **Climatic Change**, Stanford, v. 39, p. 381-393, 1998.

BUSH, S. P.; BEACH, J. H. Breeding systems of epiphytes in a tropical montane wet forest. **Selbyana**, Sarasota, v. 16, p. 155-158, 1995.

BUZATO, S.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. **Biotropica**, Maiden, v. 32, n. 4, p. 824-841, 2000.

CANELA, M. B. F.; SAZIMA, M. *Aechmea pectinata*: a hummingbird-dependent

bromeliad with inconspicuous flowers from the rainforest in south-eastern Brazil. **Annals of Botany**, Oxford, v. 92, p. 731-737, 2003.

FIGUEIREDO, R. A. Reproductive aspects of sympatric bromeliads in Southeastern Brazil. **Journal of the Bromeliad Society**, Florida, v. 55, n. 5, p. 219-228, 2005.

FIGUEIREDO, R. A.; OLIVEIRA, A. A.; Zacharias, M. A.; BARBOSA, S. M.; PEREIRA, F. F.; CAZELA, G. N.; VIANA, J. P.; CAMARGO, R. A. Reproductive ecology of the exotic tree *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) in southeastern Brazil. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 993-999, 2008

FISCHER, E. A. **Polinização, fenologia e distribuição espacial de Bromeliaceae numa comunidade de Mata Atlântica, litoral sul de São Paulo**. 1994. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FISCHER, E. A.; ARAÚJO, A. C. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic Rainforest, South-Eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 11, p. 559-567, 1995.

FLORENCIO, C.; ARRUDA, R.; FIGUEIREDO, R. A. Phenology of herbaceous species in cerrado: Comparisons between intact, burnt, and reforested areas. **Naturalia**, Rio Claro, v. 32, p. 1-12, 2009.

FRANCISCO, M. R.; GALETTI, M.; Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Ararajuba**, Londrina, v. 9, n. 1, p. 13-19, 2001.

KAEHLER, M.; VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto Montana no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 219-228, 2005.

KRÖMER, T.; KESSLER, M.; HERZOG, S. K. Distribution and flowering ecology of Bromeliads along two climatically contrasting elevational transects in the Bolivian Andes. **Biotropica**, Maiden, v. 38, n. 2, p. 183-195, 2006.

LASSO E.; ACKERMAN, J. D. The flexible breeding system of *Werauhia sintenisii*, a cloud forest bromeliad from Puerto Rico. **Biotropica**, Maiden, v. 36, p. 417-423, 2004.

LENZA, E.; KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 627-638, 2006.

LIETH, H.; Introduction to phenology and modeling of seasonality. In: LIETH, H. (Ed.). **Phenology and Seasonality Modeling**. New York: Springer-Verlag, 1974. p. 3-19.

MACHADO, C. G. **Distribuição espacial, fenologia e polinização de Bromeliaceae na mata atlântica do alto da Serra do Paranapiacaba, SP**. 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MACHADO, C. G.; SEMIR, J. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, p. 163-174, 2006.

MARQUES, A. R.; LEMOS FILHO, J. P. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 22, p. 417-424, 2008.

MARTINELLI, G. **Reproductive biology of Bromeliaceae in the atlantic rainforest of southern Brazil**. 1994. 310 f. PhD Thesis - University of St. Andrews, Scotland. 1994.

MARTINELLI, G. Biologia reprodutiva de Bromeliaceae na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. (Eds.). **Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em**

Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. p. 213-250.

MATALLANA, G.; GODINHO, M. A. S.; GUILHERME, F. A. G.; BELISARIO, M.; COSER, T. S.; WENDT, T. Breeding systems of Bromeliaceae species: evolution of selfing in the context of sympatric occurrence. **Plant Systematics Evolution**, Jena, v. 289, p. 57-65, 2010.

MEDINA, E. Eco-fisiologia y evolucion de las Bromeliaceae. **Boletín de la Academia Nacional de Ciencias**, Córdoba, v. 59, p. 72-100, 1990.

MORELLATO, L. P. C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil.** 1991. 203 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo de fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.

MOTTA-JUNIOR, J. C.; VASCONCELLOS, L. A. S. Levantamento de aves do campus da Universidade Federal de São Carlos, estado de São Paulo, Brasil. In: Seminário Regional de Ecologia, Número, 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1996. p 159-171.

NARA, A. K.; WEBBER, A. C. Biologia floral e polinização de *Aechmea beeriana* (Bromeliaceae) em vegetação de baixio na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 571-588, 2002.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Maiden, v. 26, n. 2, p. 141-159, 1994.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of the central Brazil. **Flora**, Jena, v. 195, n. 4, p. 311-329, 2000.

PAESE, A. **Caracterização e análise ambiental do campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP.** 1997. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PAGGI, G. M.; PALMA-SILVA, C.; SILVEIRA, L. C.; KALTCHUK-SANTOS, E.; BODANESE-ZANETTINI, M. H.; BERED, F. Fertility of *Vriesea gigantea* Gaud. (Bromeliaceae) in southern Brazil. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 94, p. 683-689, 2007.

PIACENTINI, V. Q. **Relações entre floração de bromélias e uma comunidade de beija-flores numa área de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil.** 2006. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RAMÍREZ-MORILLO, I.; MAY, F. C.; CARNEVALI, G.; PAT, F. M. It takes two to tango: self incompatibility in the bromeliad *Tillandsia streptophylla* (Bromeliaceae) in Mexico. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 57, n. 3, p. 761-770, 2009.

ROCHA-PESSÔA, T. C.; NUNES-FREITAS, A. F.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; ROCHA, C. F. D. Species composition of Bromeliaceae and their distribution at the Massambaba restinga in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 2, p. 251-257, 2008.

SAZIMA, I.; BUZATO, S.; SAZIMA, M. The sawbilled hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. **Journal of Ornithology**, Heidelberg, v. 136, p. 195-206, 1995.

SAZIMA, I.; BUZATO, S.; SAZIMA, M. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern

Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 109, p. 149-160, 1996.

SAZIMA, M.; BUZATO, S.; SAZIMA, I. Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic Forest sites in Brazil. **Annals of Botany**, Oxford, v. 83, p. 705-712, 1999.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina, SP. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 3, s/paginação, 2006.

VARASSIN, I. G.; SAZIMA, M. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em Mata Atlântica no sudeste do Brasil – Bromeliaceae utilizadas por beija-flores e borboletas. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, v. 11/12, p. 57-70, 2000.

WENDT, T.; CANELA, M. B. F.; FARIA, A. P. G.; RIOS, R. I. Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 88, p. 1760-1767, 2001.

Recebido em 22 de julho de 2014. Aprovado em 31 de julho de 2015.