

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

**Fenologia reprodutiva de Bromeliaceae e Cactaceae em Chaco
úmido brasileiro**

LUAN MARCELL MITSUO ARAKAKI

Orientação: Prof^ª Dr^a Gecele Matos Paggi

Campo Grande
Maio/2014

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

Fenologia reprodutiva de Bromeliaceae e Cactaceae em Chaco úmido brasileiro

LUAN MARCELL MITSUO ARAKAKI

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao colegiado de curso do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientação: Prof^ª Dr^a Gecele Matos Paggi

Campo Grande
Maio/2014

BANCA EXAMINADORA

Dr^a Gecele Matos Paggi (Orientadora)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS)

Dr^a Adriana Takahasi (Titular)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS)

Dr^a Andréa Cardoso de Araújo (Titular)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS)

Dr Arnildo Pott (Suplente)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS)

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez”.

George Bernard Shaw

Arakaki, Luan Marcell Mitsuo

Fenologia reprodutiva de Bromeliaceae e Cactaceae em chaco úmido brasileiro

Luan Marcell Mitsuo Arakaki - UFMS, Campo Grande-MS, 2014. 99 f.

Orientadora: Gecele Matos Paggi

Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Palavras-chave: biologia reprodutiva, Bromeliaceae, Cactaceae, chaco, fenologia reprodutiva

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha avó Neide por ter me dado todo apoio em estudar e seguir carreira acadêmica. Sem o incentivo dela, nada disso seria possível!

A minha orientadora Dr^a Gecele Matos Paggi que aceitou o desafio de me orientar sem nem mesmo saber quem eu era. Sou muito grato por toda a ajuda que não tenho nem palavras para descrever! Muito obrigado mesmo!

A professora Maria Rosângela Sigrist pela oportunidade oferecida na graduação de poder conhecer o Chaco e trabalhar com fenologia. Este trabalho é fruto dessa oportunidade!

Ao grande amigo e companheiro de viagens e coleta, João Roberto Fabri, que mesmo não sendo motorista, sempre se dispôs a dirigir sem cobrar nenhum centavo! Não tenho nem palavras para agradecer toda ajuda que me deu!

Aos meus amigos de mestrado que me ajudaram em algumas coletas, Tiago Green de Freitas, Fábio Júnior, Thiago Stefanello que me ajudaram nas coletas. Sei que coletar no chaco é sofrido, por isso sou muito grato pela ajuda!

A todos os amigos de mestrado, Aline, Ana, Camila, Damião, Danielle, Evaldo, Fábio Júnior, Halisson, Ivanda, Jacque, Luciana, Milton, Muryel, e Tiago, pela compainha nas viagens de curso de campo.

A minha família, Kelly, Karine, mamãe, obrigado por tudo.

A secretária da pós-graduação (Ariana) por ser sempre prestativa em me atender.

A todos os meus professores do mestrado em Biologia Vegetal, pelos ensinamentos e dicas. Sou muito grato por ter tido professores maravilhosos na graduação e no mestrado!

A CAPES pela bolsa concedida durante o mestrado.

Ao senhor Sérgio, dono da Fazenda Retiro Conceição, por permitir a entrada em sua fazenda para podermos realizar este trabalho!

E em especial, a minha esposa Angela, que me deu o maior presente do mundo, minha filha Alice! Obrigado por aguentar todo sofrimento e me apoiar desde o começo da minha graduação! Obrigado por me fazer feliz nos momentos mais tristes e difíceis da minha vida!

Obrigado a todos pela ajuda e apoio, pois sem a ajuda de vocês, este trabalho não seria nada!

RESUMO

Apresentamos dados sobre a fenologia reprodutiva de espécies de das famílias Bromeliaceae e Cactaceae do Chaco Brasileiro. O estudo ocorreu de agosto/2012 a julho/2013 em um remanescente de Chaco Brasileiro, localizado na Fazenda Retiro Conceição, na cidade de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul (MS). As espécies das duas famílias apresentaram floração sequencial e contínua, e sazonal. Nas análises das correlações entre as fenofases com os parâmetros climáticos, observou-se que a precipitação não influenciou as fenofases, sendo a temperatura e fotoperíodo as variáveis que tiveram maior correlação. Já os resultados da biologia reprodutiva de *Tillandsia duratii* mostraram que o tratamento de agamospermia não forma frutos. O tratamento da polinização cruzada formou 76,7% de frutos, sendo mais eficiente que o tratamento de autopolinização manual, que formou 53% de frutos. Porém, não ocorreram diferenças significativas entre estes dois tratamentos. O tratamento controle formou menos frutos que os dois tratamentos anteriores e o índice de autoincompatibilidade (ISI) indicou que *T. duratii* é autocompatível, com índice de fertilidade baixo e eficácia reprodutiva moderada, mostrando que a espécie é autofértil e com eficiência dos polinizadores moderada. Os resultados podem indicar que a espécie pode sofrer com a deficiência no serviço dos polinizadores como consequência da competição, já que a espécie compartilha polinizadores com outras três espécies do mesmo gênero na área. Estudos sobre fenologia e biologia reprodutiva são importantes ferramentas, pois geram informações úteis para recuperação de áreas degradadas e gestão de unidades de conservação, além de ajudar a criar estratégias de conservação e manejo de espécies ameaçadas de extinção.

ABSTRACT

We present here data of reproductive phenology of species from the Bromeliaceae and Cactaceae families from Brazilian Chaco. The study was carried out from august/2012 to july/2013 in a remnant of Brazilian Chaco, located at the Retiro Conceição Farm, Porto Murtinho city, Mato Grosso do Sul state (MS). Species from both families showed sequential, continuous, and sazonal flowering. The correlations between phenophases and climate parameters showed that the precipitation had no influence on the phenophases, and temperature and photoperiod were the variables which had the major correlations. The results from reproductive biology of *Tillandsia duratii* shown that in the agamospermy treatment none fruits developed. The outcrossing pollination treatment produced 76.7% of fruits, being more efficient than the manual self-pollination treatment, which produced 53% of fruits; however, they were not significantly different. The control treatment produced less fruits than the previous two treatments, and the index of self-incompatibility indicated that *T. duratii* is self-compatible, with low index of fertility and moderate reproductive effectiveness, which means that the species is self-fertile and a moderate effectiveness of pollinators. Our results could indicate a pollinator limitation in this population of *T. duratii*, probably due to competition with other two *Tillandsia* species, which occur in the same area and may share the same pollinators. Studies on phenology and reproductive biology are important tools because they generate useful information for recovery and management of protected areas, and help devise strategies for conservation and management of endangered species.

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
CAPÍTULO I - Fenologia reprodutiva de Bromeliaceae e Cactaceae em chaco úmido brasileiro.....	24
ABSTRACT.....	25
RESUMO.....	25
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS.....	31
DISCUSSÃO.....	34
CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
LISTA DE FIGURAS.....	47
TABELAS.....	49
NORMAS PARA SUBMISSÃO.....	58
CAPÍTULO II - Biologia reprodutiva de <i>Tillandsia duratii</i> Visiani (Bromeliaceae) em Chaco úmido brasileiro.....	66
RESUMO.....	67
ABSTRACT.....	68
INTRODUÇÃO.....	69
MATERIAL E MÉTODOS.....	71
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
LISTA DE FIGURA.....	84
TABELA.....	85
NORMAS PARA SUBMISSÃO.....	87
DISCUSSÃO GERAL.....	93
REFERÊNCIAS.....	96
ANEXO I.....	98

INTRODUÇÃO GERAL

Fenologia reprodutiva

A fenologia descreve as fases dos ciclos de vida das plantas ou atividades das plantas ou animais num espaço temporal ao longo do ano (Lieth 1974). Os dados fenológicos permitem compreender as respostas das plantas às condições climáticas e edáficas de uma região e contribuem para o entendimento dos ritmos de reprodução e regeneração das plantas, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades e sobre o ciclo de vida dos animais que dependem das plantas para alimentação, como herbívoros, polinizadores e dispersores (Fournier 1974, Morellato 1995, Talora & Morellato 2000). Além disso, os dados fenológicos geram informações úteis em todos os níveis da pesquisa ecológica tradicional (indivíduo, população, comunidade) e têm implicações práticas importantes, pois subsidiam a recuperação de áreas degradadas e gestão de unidades de conservação. Embora considerados ferramenta importante na agricultura e economia desde tempos remotos foi somente após a implantação do US-IBP (“International Biological Program”) em 1972, que os estudos fenológicos começaram a ser tratados como prioritários no entendimento da dinâmica dos ecossistemas (d’Eça-Neves & Morellato 2004). Dessa forma, os estudos fenológicos se tornaram uma importante ferramenta para analisar as mudanças climáticas globais, pois as mudanças no comportamento fenológico ao longo dos anos podem ajudar a identificar estas variações climáticas (Menzel 2002).

Fatores abióticos como temperatura e chuva podem afetar direta ou indiretamente a produção de flores, a disponibilidade de vetores de pólen, podendo interferir também na época da maturação dos frutos (Rathcke & Lacey 1985). Tentar relacionar a fenologia de plantas com o clima é o centro da questão, onde a fenologia poderia ser usada como

indicador biológico para mudanças de condições ambientais, além de poder ser integrada em modelos de vegetação e clima (Menzel 2002). Diversos estudos indicam que os padrões fenológicos das espécies tropicais são determinados por fatores como pluviosidade, temperatura, irradiação solar, polinizadores, modos de dispersão, modo e/ou período de germinação das sementes e estabelecimento das plântulas (Rathcke & Lacey 1985, Oliveira 1998, Borchert et al. 2004). Entretanto, visando entender os eventos fenológicos como formas alternativas de otimizar a reprodução e sobrevivência das espécies nas comunidades tropicais, Monasterio & Sarmiento (1976) trazem o conceito de estratégia fenológica. Neste conceito a fenologia é considerada produto de processo ativo de seleção, em que diferentes estratégias de alocação de recursos para as diversas fases do ciclo de vida propiciariam taxas diferentes de sucesso reprodutivo, e não um ajustamento fortuito das plantas às mudanças ambientais (Oliveira 1998).

Estudos Fenológicos em Bromeliaceae e Cactaceae

A floração pode ter diferenças marcantes dependendo do hábito da espécie, enquanto que a frutificação varia de acordo com a forma de dispersão, segundo Mantovani e Martins (1988) em um trabalho realizado em uma área de Cerrado. Vários estudos realizados na Mata Atlântica mostram que boa parte das bromeliáceas, independente do hábito, apresenta floração na estação chuvosa (Fischer & Araújo 1995, Machado & Semir 2006). Em um estudo realizado por Marques e Filho (2008) em uma área com diferenças no gradiente altitudinal, as espécies apresentaram padrão sequencial na floração com influência da sazonalidade das chuvas, onde 72% das espécies floresceram na estação chuvosa e 28% na estação seca. Já em uma área de campo rupestre, a floração foi sequencial e contínua, com a maioria das espécies florescendo no fim da estação seca e início da chuvosa (Santana e Machado 2010). A época de frutificação nesta família pode

variar conforme o tipo de dispersão, sendo que espécies anemocóricas dispersam na estação seca e espécies zoocóricas na estação chuvosa (Marques & Lemos Filho 2008).

Estudos sobre floração e/ou frutificação de cactáceas são raros e geralmente realizados com uma única espécie, além de possuírem poucos trabalhos sobre fenologia que apontem em quais épocas ocorrem a floração ou a frutificação. Lima (2007) estudou cinco espécies de cactáceas em uma área do semiárido nordestino, e observou padrões contínuos de floração e frutificação com breves intervalos entre as espécies, e, quatro espécies não tinham correlações significativas com a precipitação, indicando que as cactáceas florescem e frutificam independentemente da disponibilidade de água no ambiente, por serem evolutivamente adaptadas a condições climáticas severas.

No Brasil, estudos fenológicos (vegetativo e/ou reprodutivo) em comunidades florestais sazonais ainda são restritos (Talora & Morellato 2000) e desenvolvidos em matas decíduas (Andreis et al. 2005) e semidecíduas (Morellato & Leitão-Filho 1990, Morellato 1991), formações de cerrado (Gouveia & Felfili 1998, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004, Lenza & Klink 2006, Munhoz & Felfili 2007) e caatinga (Machado et al. 1997, Griz & Machado 2001, Barbosa et al. 2003). Estudos fenológicos publicados para formações chaquenhais brasileiras são escassos com apenas um trabalho registrado onde os autores observaram a fenologia reprodutiva de 87 espécies e 31 famílias, entre elas sete espécies de Cactaceae e seis de Bromeliaceae (Freitas et al. 2013), e, um registro para o Chaco Argentino, nos quais os autores investigam os fatores que determinam os padrões fenológicos de oito espécies com diásporos zoocóricos (Marco & Páez 2002).

Biologia reprodutiva de Bromeliaceae

A família Bromeliaceae é peculiar de zonas tropicais e subtropicais das Américas, com exceção de uma única espécie (*Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & -Mildbr.) que

ocorre na região da Guiné, na África (Smith & Downs 1974, Porembski & Barthlott 1999, Jacques-Félix 2000). Bromeliaceae apresenta cerca de 3140 espécies (Givnish et al. 2011) e 58 gêneros (Luther 2008, Givnish et al. 2011). Podem ser encontradas em diferentes níveis de altitude, condições de umidade e temperatura e apresentam adaptações para hábito epifítico, sendo epífitas obrigatórias ou facultativas (Benzing 2000). Diversas espécies são terrícolas, saxícolas ou rupícolas, além de serem registrados espécies que ocorrem em solos sujeitos a inundações periódicas (Scarano et al. 1997), semelhante ao que ocorre no Chaco brasileiro. Possui importância econômica com fins ornamentais, produção de fibras, e, como fonte de frutas e compostos farmacêuticos (Versieux 2008). Além disso, esta família possui grande importância ecológica, pois muitas bromeliáceas são consideradas espécies-chave, oferecendo néctar floral, frutos, água acumulada nas folhas que formam tanque, além de servir como abrigo para microrganismos, insetos, anfíbios, aves e mamíferos (Benzing 2000). Algumas espécies epífitas que dependem apenas da atmosfera para sobreviver podem servir como bioindicador acumulativo sendo de grande importância na medição da qualidade do ar em centros urbanos (Figueiredo et al. 2007; Alves et al. 2008; Rodriguez et al. 2011; Sutton et al. 2014).

As espécies desta família apresentam uma grande variedade no sistema reprodutivo, sendo que a autocompatibilidade pode ser encontrada em muitas espécies e em vários gêneros, como *Aechmea*, *Pitcairnia* e *Vriesea* (Wendt et al. 2002, Lenzi et al. 2006, Paggi et al. 2007, 2013) e sistemas de incompatibilidade podem ser encontrados em diversos gêneros como *Aechmea*, *Billbergia* e *Quesnelia* (Martinelli 1997; Canela & Sazima 2003). Para evitar a autocompatibilidade existem mecanismos espacial e temporal como dicogamia, dioicia e hercogamia (Martinelli 1997; Siqueira Filho & Machado 2001), porém, estes mecanismos nem sempre são eficazes devido ao comportamento dos polinizadores (Siqueira Filho & Machado 2001).

O gênero *Tillandsia* pertence à subfamília Tillandisiodeae, na qual a maioria das espécies é epífitas, com exceção do gênero *Alcantarea*, cujas espécies são saxícolas (Smith & Downs 1974). As plantas do gênero *Tillandsia* são adaptadas a ambientes de pouca água, não formando tanque de água. As flores podem ser rosa, azul, roxo, púrpura, branca e vermelha. As folhas possuem coloração verde acinzentada, delgadas, pequenas, em disposição de escamas ou podem ser largas, com distribuição ao redor de um eixo. A raiz serve para fixação, não possuindo função para captar nutrientes. Podem ser epífitas ou rupícolas, se fixando em ambientes com luz difusa ou luz direta do sol (Smith & Downs 1974). Os frutos são secos, do tipo cápsula deiscente, e as sementes são plumosas com apêndice (Silva & Gomes 2003).

Dentro do gênero *Tillandsia*, existem espécies que apresentam autoincompatibilidade, como *Tillandsia multicaulis*, *Tillandsia punctulata* e *Tillandsia streptophylla* (Hietz et al. 2006; Ramírez-Morillo et al. 2009), e autocompatibilidade, como *Tillandsia geminiflora*, *Tillandsia stricta* e *Tillandsia tenuifolia* (Matallana et al. 2010) além de cleistogamia em *Tillandsia capillaris* (Gilmartin & Brown 1985).

O Chaco no Brasil

Chaco ou “Gran Chaco” é termo aplicado para a vegetação sazonal que cobre a vasta planície do centro-norte da Argentina, sudeste da Bolívia, oeste do Paraguai e do Brasil, totalizando cerca de 800.000 km² (Prado 1993a, b). Normalmente, o Chaco é dividido em um setor leste com clima mais úmido, e um setor oeste mais seco, enquanto as planícies submeridionais incluem uma grande depressão entre estas duas áreas (Bianchi & Gibbs 2000). O Chaco é considerado uma das regiões com maior diversidade ambiental e biológica do mundo, sendo a maior área boscosa do continente depois da Amazônia, apresentando uma grande variedade de ambientes, com vastas áreas planas, serras, grandes

rios como o rio Paraguai, savanas secas e alagáveis, banhados, brejos, salitrais e florestas extensas e diversas (Silva et al. 2008). Possui uma diversidade alta de espécies e de endemismo comparados a outros ambientes áridos, semi-áridos e subúmidos, sendo que a parte brasileira ocorre no sul do Pantanal e possui semelhanças com um remanescente oriental do complexo de paisagens denominado *Gran Chaco* (Silva et al. 2008). A influência do chaco nas comunidades vegetais do sul do Pantanal é bem menor do que pensava antigamente, sendo considerado chaco *sensu stricto* apenas as florestas de Porto Murtinho, no sudoeste de Mato Grosso do Sul, sendo que as demais áreas apresentam somente alguns elementos do chaco (Prado et al. 1992, Silva & Abdon 1998, Pennington et al. 2000). Possui uma vegetação seca decídua espinhosa que contém uma grande quantidade de cactos como *Cereus hildmaniannus*, *Cleistocactus baumannii*, *Echinopsis rhodotricha*, *Harrisia balansae*, *Opuntia anacantha*, *Pereskia sacharosa* e *Rhipsalis baccifera* além de muitas bromeliáceas (*Aechmea distichanta*, *Bromelia balansae*, *Bromelia hieronymi*, *Tillandsia duratii*, *Tillandsia loliacea* e *Tillandsia recurvifolia*) (Pott et al. 2009, Freitas et al. 2013).

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi estudar comparativamente a fenologia reprodutiva das famílias Bromeliaceae e Cactaceae e descrever a biologia reprodutiva e sistema de polinização de *Tillandsia duratti* em remanescente de Chaco úmido brasileiro.

Objetivos Específicos

Os seguintes objetivos em relação à fenologia reprodutiva foram analisados:

- i) caracterizar a fenologia reprodutiva de espécies das famílias Bromeliaceae e Cactaceae;
- ii) comparar as fenologias das espécies estudadas e determinar o grau de sobreposição da floração e frutificação dentro das famílias;
- iii) correlacionar fatores climáticos (temperatura, precipitação, umidade e fotoperíodo) com o comportamento fenológico das espécies.
- iv) Quanto à biologia reprodutiva de *Tillandsia duratii* Visiani o objetivo foi indicar o principal sistema de cruzamento e avaliar a contribuição dos polinizadores para o sucesso reprodutivo da espécie bem como descrever a sua fenologia reprodutiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, E.S., Moura, B.B., Domingos, M., 2008. Structural Analysis of *Tillandsia usneoides* L. Exposed to Air Pollutants in São Paulo City–Brazil. *Water Air Soil Pollut.* 189, 61–68.
- Andreis, C., Longhi, S.J., Brun, E.J., Wojciechowski, J.C., Machado, A.A., Vaccaro, S., Cassal, C.Z., 2005. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. *Revista Árvore* 29, 55-63.
- Barbosa, D.C.A., Barbosa, M.C.A., Lima, L.C.M., 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga, in: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (Eds.), *Ecologia e conservação da caatinga*, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp. 657-693.

- Batalha, M.A., Mantovani, W., 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve (Santa Rita do Passo Quatro SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Rev. Bras. Biol.* 60, 129-145.
- Batalha, M.A., Martins F.R., 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (Central Brazil). *Aust. J. Bot.* 52, 149-161.
- Benzing, D.H., 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. New York, Cambridge University Press.
- Bianchi, M.B., Gibbs, P.E., Prado, D.E., Vesprini, J.L. 2000., Studies on the breeding systems of understorey species of a Chaco woodland in NE Argentina. *Flora (Jena)* 195(4), 339-348.
- Borchert, R., Meyer, S.A., Felger, R.S., Porter-Bolland, L., 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. *Global Ecol. Biogeogr.* 13, 409-425.
- Canela, M.B.F., Sazima, M., 2003. *Aechmea pectinata*: a hummingbird-dependent bromeliad with inconspicuous flowers from the rainforest in south-eastern Brazil. *Ann. Bot.* 92(5), 731-737.
- d'Eça-Neves, F.F., Morellato, L.P.C., 2004. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Bot. Bras.* 18(1), 99-108.
- Figueiredo, A.M.G., Nogueira, C.A., Saiki, M., Milian, F.M., Domingos, M., 2007. Assessment of atmospheric metallic pollution in the metropolitan region of São Paulo, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as biomonitor. *Environ. Pollut.* 145, 279-292.
- Fischer, E.A., Araújo, A.C., 1995. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic Rainforest, south-eastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 11, 550-567.

- Fournier, O.L.A., 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba, v. 24.
- Freitas, T.G. de, Souza, C.S. de, Aoki, C., Arakaki, L.M.M., Stefanello, T.H., Sartori, Â.L.B., Sigrist, M.R., 2013. Flora of Brazilian humid Chaco: Composition and reproductive phenology. Check List 9(5), 973-979.
- Gilmartin, A.J., Brown, G.K., 1985. Cleistogamy in *Tillandsia capillaris* (Bromeliaceae). Biotropica 17, 256-259.
- Givnish, T. J., Barfuss, M. H., Van Ee, B., Riina, R., Schulte, K., Horres, R., Gonsiska, P.A., Jabaily, R.S., Crayn, D.M., Smith, J.A.C., Winter, K., Brown, G.K., Evans, T.M., Holst, B.K., Luther, H., Till, W., Zizka, G., Berry, P.E., Sytsma, K.J., 2011. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny. Am. J. Bot. 98(5), 872-895.
- 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.
- Griz, L.M., Machado, I.C.S., 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. J. Trop. Ecol., 17, 303-321.
- Hietz, P., Winkler, M., Cruz-Paredes, L., Jiménez-Aguilar, A., 2006. Breeding systems, fruit set, and flowering phenology of epiphytic bromeliads and orchids in a Mexican humid montane forest. Selbyana 27, 156–164.
- Jacques-Félix, H., 2000. The discovery of a bromeliad in Africa: *Pitcairnia feliciana*. Selbyana 21(1/2), 118-124.
- Lenza, E., Klink, C.A., 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. Rev. Bras. Bot. 29(4), 627-638.
- Lenzi, M., Orth, A., 2011. Visitantes florais de *Opuntia monacantha* (Cactaceae) em restingas de Florianópolis, SC, Brasil. Acta Biol. Parana., 40(1-4).

- Lieth, H. (Ed.), 1974. Phenology and seasonality modeling. New York, New York, USA: Springer-Verlag.
- Lima, A.L.A., 2007. Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do Nordeste brasileiro. 84 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Luther, H., 2008. An alphabetical list of bromeliad binomials, 11th edn. Bromeliad Society International, Florida.
- Machado, C.G., Semir, J., 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. Rev. Bras. Bot. 29(1), 163-174.
- Machado, I.C.S., Barros, L.M., Sampaio, E.V.S.B., 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. Biotropica 29, 57-68.
- Mantovani, W., Martins, F.R., 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. Rev. Bras. Bot. 11, 101-112.
- Marco, D.E., Páez, S.A., 2002. Phenology and phylogeny of animal-dispersed plants in a Dry Chaco forest (Argentina). J. Arid Environ. 52, 1-16.
- Marques, A.R., Lemos-Filho, J.P., 2008. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. Acta Bot. Bras. 22, 417-424.
- Martinelli, G., 1997. 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: IP/JBRJ, pp. 213-250.

- Matallana, G., Godinho, M.A.S., Guilherme, F.A.G., Belisario, M., Coser, T.S., Wendt, T., 2010. Breeding systems of Bromeliaceae species: evolution of selfing in the context of sympatric occurrence. *Plant Syst. Evol.* 289, 57–65.
- Menzel A., 2002. Phenology: its importance to the global change community. *Clim. Chang.* 54, 379–385.
- Monasterio, M., Sarmiento, G., 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. *J. Biogeogr.* 325-355.
- Morellato, L.P.C., 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua do sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- Morellato, L.P.C., 1995. As estações do ano na floresta, in: Morellato, L.P.C., Leitão-Filho, H.F. (Eds.), *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra*. Editora da Unicamp, Campinas. pp. 37-41.
- Morellato, L.P.C., Leitão-Filho, H.F., 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Rev. Bras. Biol.* 50, 163-173.
- Munhoz, C.B.R., Felfili, J.M., 2007. Reproductive phenology of an herbaceous-subshrub layer of a savannah (campo sujo) in the Cerrado Biosphere Reserve I, Brazil. *Braz. J. Biol.* 67, 299-307.
- Oliveira, P.E., 1998. Fenologia e biologia reprodutiva de espécies de cerrado, in: Sano, S.M., de Almeida, S.P. (Eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA, Planaltina, DF, pp. 169-192.
- Paggi, G.M. Palma-Silva, C., Silveira, L.C., Kaltchuk-Santos, E., Bodanese-Zanettini, M.H., Bered, F., 2007. Fertility of *Vriesea gigantea* Gaud. (Bromeliaceae), in Southern Brazil. *Am. J. Bot.* 94(4), 683-689.

- Paggi, G.M., Silveira, L.C.T., Zanella, C.M., Bruxel, M., Bered, F., Kaltchuk-Santos, E., Palma-Silva, C., 2013. Reproductive system and fitness of *Vriesea friburgensis*, a self-sterile bromeliad species. *Plant Spec. Biol.* 28(3):169-176.
- Pennington, R.T., Prado, D.E., Pendry, C.A., 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *J. Biogeogr.* 27, 261-273.
- Porembski, S., Barthlott, W., 1999. *Pitcairnia feliciana*: The only indigenous African bromeliad. *Harvard Pap. Bot.* 4, 175 – 184.
- Pott, A., Pott, V.J., Damasceno, G.A., 2009. Fitogeografia do Pantanal. III Congresso Latino-americano de ecologia e IX Congresso Brasileiro de Ecologia.
- Prado, D.E., 1993a. What is the Gran Chaco vegetation in South America? A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. V. *Candollea* 48(1), 145-172.
- Prado, D.E., 1993b. What is the Gran Chaco vegetation in South America? A redefinition. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. VII. *Candollea* 48(2), 615-629.
- Prado, D.E., Gibbs, P.E., Pott, A., Pott, V.J., 1992. The Chaco - Pantanal transition in southern Mato Grosso, Brazil, in: Furley, P.A., Proctor, J., Ratter, J.A. (Eds.), *Nature and dynamics of forest – savanna boundaries.*: Chapman & Hill, London, pp. 451-470.
- Ramirez-Morillo, I.M., Chi-May, F., Carnevali, G., May-Pat, F., 2009. It takes two to tango: self incompatibility in the bromeliad *Tillandsia streptophylla* (Bromeliaceae) in Mexico. *Rev. Biol. Trop.* [online] 57(3), 761-770. ISSN 0034-7744.
- Rathcke, B., Lacey, E.P., 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 16, 179-214.

- Rodriguez, J.H., Weller, S.B., Wannaz, E.D., Klumpp, A., Pignata, M.L., 2011. Air quality biomonitoring in agricultural areas nearby to urban and industrial emission sources in Córdoba province, Argentina, employing the bioindicator *Tillandsia capillaries*. Ecol. Indic. 11, 1673–1680.
- Santana, C.S., Machado, C.G., 2010. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. Rev. Bras. Bot. 33(3), 469-477.
- Scarano, F.R., Ribeiro, K.T., Moraes, L.F.D., Lima, H.C., 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest of southeastern Brazil. J. Trop. Ecol. 14, 793–803.
- Silva, J.S.V., Abdon, M.M., 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. Pesq. Agropec. Bras. 33, 1703-1711.
- Silva, M.P., Mauro, R.A., Abdon, M., Silva, J.S.V., 2008. Estado de conservação do chaco (savanna estépica) brasileiro. Simpósio Internacional Cerrado: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília, DF. Parlamundi, 6p.
- Silva, N.N.F., Gomes, J.M.L., 2003. Bromeliaceae do Sítio Morro do Céu, Serra (ES). Natureza on line 1, 1-11.
- Siqueira-Filho, J.A., Machado, I.C.S., 2001. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescente da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. Acta Bot. Bras. 15(3), 427-443.
- Smith, L.B., Downs, R.J. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). Fl. Neotrop. 14, 1– 662
- Smith, L.B., Downs, R.J., 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). Fl. Neotrop. Monogr. 14(2), 663-1492.

- Sutton, K.T., Cohen, R.A., Vives, S.P., 2014. Evaluating relationships between mercury concentrations in air and in Spanish moss (*Tillandsia usneoides* L.). *Ecol. Indic.* 36, 392–399.
- Talora, D.C., Morellato, L.P.C., 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 23, 13-26.
- Versieux, L.M., Wendt, T., Louzada, R.B., Wanderley, M.G.L., 2008. Bromeliaceae da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4, 98-110.
- Wendt, T., Canela, M.B.F., Klein, D.E., Rios, R.I., 2002. Selfing facilitates reproductive isolation among three sympatric species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *Plant Syst. Evol.* 232(3-4), 201-212.

CAPÍTULO I

Fenologia reprodutiva de Bromeliaceae e Cactaceae do Chaco úmido brasileiro[†]

Luan Marcell Mitsuo Arakaki ^a, Gecele Matos Paggi ^{b,*}

^a Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Botânica, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

^b Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus* do Pantanal, Laboratório de Ecologia, Caixa Postal 252, 79304-902, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil.

* Autor para correspondência: gecele.paggi@ufms.br

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Botânica, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

[†]Artigo a ser submetido à Revista Flora

RESUMO

A fenologia geralmente é descrita como a arte de observar as fases dos ciclos de vida das plantas ou atividades das plantas ou animais num espaço temporal ao longo do ano. Neste trabalho, a fenologia reprodutiva de espécies das famílias Bromeliaceae e Cactaceae foi avaliada em uma área remanescente de Chaco úmido brasileiro. Este estudo foi desenvolvido no período de agosto/2012 a julho/2013 em remanescente de vegetação chaquenha localizada em Porto Murtinho, MS, sub-região do Pantanal. A comunidade de bromélias e cactáceas apresentou floração sequencial e contínua e as espécies apresentaram floração sazonal. Apesar da sazonalidade das chuvas que ocorre na área, esperava-se que a precipitação influenciasse de forma preponderante as fenofases reprodutivas das espécies estudadas, porém, a temperatura e o fotoperíodo foram as variáveis que mais influenciam a floração e frutificação.

Palavras-chave: estatística circular, floração, fotoperíodo, frutificação, pluviosidade, temperatura.

ABSTRACT

Phenology is often described as the art of observing the phases of the life cycles or activities of plants and animals throughout a period of time. In this work, the reproductive phenology of species of the families Bromeliaceae and Cactaceae was evaluated in a remaining area of the humid Brazilian Chaco. This study was carried out from August/2012 to July/2013 in remnant of Chaco vegetation located in Port Murtinho, MS, which is a sub region of the Pantanal. The community of bromeliads and cacti showed sequential and continuous flowering and species showed seasonal flowering. Despite the seasonality of rainfall occurring in the area, was expected the influence of precipitation

over the reproductive phenophases of the studied species, however, the temperature and photoperiod were the variables that most influence flowering and fruiting.

Key words: circular statistics, flowering, fruit set, photoperiod, rainfall, temperature.

1. Introdução

A vegetação sazonal que cobre grandes áreas de planície na região centro-norte da Argentina, sudeste da Bolívia, leste do Paraguai e oeste do Brasil, é chamada de Chaco ou “Gran Chaco” e totaliza 800.000 km² (Prado 1993). Geralmente, divide-se o Chaco em um setor leste com um clima mais úmido, e um setor mais seco a oeste, enquanto as planícies submeridionais incluem uma grande depressão entre estas duas áreas (Bianchi et al. 2000). A vegetação do Chaco apresenta principalmente espécies arbustivas, espinescentes, com caducifolia e microfilia e está geralmente associada a solos salinos (Silva et al. 2000). No Brasil, estudos fenológicos (vegetativo e/ou reprodutivo) em comunidades florestais sazonais ainda são restritos (Talora & Morellato 2000) e desenvolvidos em matas decíduas (Andreis et al. 2005), matas semidecíduas (Morellato & Leitão-Filho 1990, Morellato 1991), formações de cerrado (Gouveia & Felfili 1998, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004, Lenza & Klink 2006, Munhoz & Felfili 2007) e caatinga (Machado et al. 1997, Griz & Machado 2001, Barbosa et al. 2003). Estudos fenológicos publicados para formações chaquenhais brasileiras são escassos (Freitas et al. 2013), quando comparado com o Chaco Argentino, para o qual existem diversos estudos sobre a fenologia, polinização e biologia reprodutiva de diferentes espécies e famílias (*Larrea divaricata*, Marco et al. 2000, Cucurbitaceae, Ashworth & Galetto 2001, Marco & Páez 2002, *Gymnocalycium*, Gurvich et al. 2008, Asteraceae, Torres & Galletto 2011).

A fenologia geralmente é descrita como a arte de observar as fases dos ciclos de vida das plantas ou atividades das plantas ou animais num espaço temporal ao longo do ano (Lieth 1974). Os dados fenológicos permitem compreender as respostas das plantas às condições climáticas e edáficas de uma região (Fournier 1974). Dessa forma, os estudos fenológicos se tornaram uma importante ferramenta para analisar as mudanças climáticas globais, pois as mudanças no comportamento fenológico ao longo dos anos podem ajudar a identificar estas variações climáticas (Menzel 2002, Cleland et al. 2007, Kudo & Ida 2013). Fatores abióticos, como temperatura e chuva, podem afetar diretamente a produção de flores, ou indiretamente os vetores de pólen, podendo interferir também na época da maturação dos frutos (Rathcke & Lacey 1985). Os eventos fenológicos de plantas herbáceas estão ligados à estação chuvosa, ao contrário das lenhosas, que parecem ser independentes da sazonalidade e podem florescer em plena estação seca (Sarmiento & Monasterio 1983). Em um estudo no Cerrado, Mantovani & Martins (1988) mostraram que a floração de plantas herbáceas pode ter grandes diferenças em relação a plantas lenhosas, enquanto que a frutificação pode variar de acordo com a forma de dispersão. No Cerrado, assim como no Chaco, a estação seca é bem definida e o solo pode secar até a profundidade de 2 m, porém, as camadas mais profundas continuam úmidas durante todo ano (Rawitscher et al. 1943, Eiten 1972, Franco 2002). Plantas lenhosas que possuem sistemas radiculares profundos parecem não ser afetadas pela seca, ao contrário das herbáceas com sistemas radiculares mais superficiais, o que afeta o crescimento e provoca a desidratação da parte aérea (Rawitscher 1948, Franco 2002, Freitas et al. 2013). Na região do Chaco úmido brasileiro, Freitas et al. (2013) observaram que espécies zoocóricas frutificaram na estação chuvosa, enquanto que espécies anemocóricas e autocóricas frutificaram predominantemente durante a estação seca e de transição.

Para a família Bromeliaceae, diversos estudos realizados na Mata Atlântica mostram que boa parte das espécies, independente do hábito, apresenta floração na estação chuvosa (Fischer & Araújo 1995; Machado & Semir 2006). Além disso, os estudos fenológicos desta família mostram um padrão de floração sequencial e contínua com influência da sazonalidade das chuvas (Santana & Machado 2010, Marques & Lemos-Filho 2008). A sincronia da floração aumenta a diversidade de oferta alimentar para os vetores de pólen, garantindo a permanência dos polinizadores ao longo do ano (Poulin et al. 1992). A época de frutificação em Bromeliaceae pode variar conforme o tipo de dispersão, sendo que espécies anemocóricas dispersam na estação seca e espécies zoocóricas na estação chuvosa (Marques & Lemos-Filho 2008). No Chaco brasileiro, Freitas et al. (2013) observou a fenologia de seis espécies de Bromeliaceae, sendo duas herbáceas com dispersão zoocórica e quatro epífitas com dispersão anemocórica, apenas uma epífita, *Tillandsia didisticha* (E. Morren) Baker, floresceu na estação seca, e as espécies de dispersão zoocórica floresceram e frutificaram na estação chuvosa. A frutificação das epífitas não foi determinada (Freitas et al. 2013).

Diversos trabalhos que abordam a fenologia reprodutiva de Cactaceae realizados na Caatinga e um no Chaco argentino focam geralmente apenas a época de floração e/ou frutificação (Petit 2001, Colaço et al. 2006; Leal et al. 2006; Machado et al. 2007; Gurvich et al. 2008; Kill et al. 2012, Freitas et al. 2013), sendo raros os trabalhos que correlacionam tais características com fatores abióticos como o clima (Lima 2007; Fonseca et al. 2008). Fonseca et al. (2008) encontrou correlação negativa entre a precipitação e a floração e positiva com a frutificação de *Melocactus paucispinus* G. Heimen & R. Paul. Além disso, Lima (2007) estudou cinco espécies de cactáceas em uma área do semi-árido nordestino e observou padrões contínuos de floração e frutificação com breves intervalos entre as espécies. Destas, quatro espécies não apresentaram correlações significativas com a

precipitação, o que poderia indicar que as cactáceas podem florescer e frutificar independentemente da disponibilidade de água no ambiente, por serem evolutivamente adaptadas a condições climáticas severas (Lima 2007). O único trabalho realizado no Chaco brasileiro englobando sete espécies de Cactaceae mostrou que sua floração e frutificação ocorrem predominantemente na estação chuvosa, porém não foram feitas análises de correlação das fenofases reprodutivas com o clima (Freitas et al. 2013).

Neste trabalho, a fenologia reprodutiva de espécies das famílias Bromeliaceae e Cactaceae foi avaliada em uma área remanescente de Chaco úmido brasileiro com os seguintes objetivos: i) caracterizar a fenologia reprodutiva segundo a classificação de Newstrom et al. (1994) e através de estatística circular; ii) correlacionar fatores climáticos (temperatura, precipitação, umidade e fotoperíodo) com o comportamento fenológico das espécies.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido no período de agosto/2012 a julho/2013 em remanescentes de vegetação chaquenha localizada na Fazenda Retiro Conceição, em Porto Murtinho, MS (21°42'04" S, 57°53'06" W), sub-região do Pantanal (Abdon & Silva 2006). No Brasil, o Chaco cobre 2,78% do Pantanal, com uma área de 9000 km² e ocorre no sudoeste de Mato Grosso do Sul, na sub-região do Nabileque em Porto Murtinho (Silva & Abdon 1998, Pennington et al. 2000). As formações chaquenhais brasileiras *sensu stricto* somente ocorrem nesta sub-região por apresentarem características fisionômicas e florísticas semelhantes à vegetação de Chaco *sensu stricto* registradas para o Paraguai e Argentina (Prado et al. 1992). A formação chaquenha da área é caracterizada como Savana

Estépica Arborizada ou Chaco arborizado e apresenta 87 espécies divididas em 31 famílias (Freitas et al. 2013). As mais representativas são Leguminosae (14), Malvaceae (9), Cactaceae (7), Asteraceae e Bromeliaceae (6) (Freitas et al. 2013).

O clima é marcadamente sazonal, com verão quente (acima 40 °C) e úmido e inverno seco com severas geadas (Pennington et al. 2000). Na região de Porto Murtinho/MS a estação chuvosa ocorreu entre os meses de outubro a junho (pluviosidade \geq 100mm) e a seca de julho a setembro, quando há déficit hídrico. A estação transicional ocorreu em janeiro/13, quando não houve déficit hídrico e a pluviosidade não atingiu 100 mm. A estação transicional foi classificada de acordo com o climatograma de Porto Murtinho com dados de 2006 a 2010 (Fig. 1).

2.2. Fenologia

Seis espécies de três gêneros de Bromeliaceae e sete espécies de Cactaceae foram analisadas, sendo nove espécies terrestres e quatro epífitas (Tabela 1). O levantamento da fenologia reprodutiva (floração e frutificação) foi realizado mensalmente durante 12 meses, com análise de pelo menos 35 indivíduos reprodutivos marcados por espécie, ou menos dependendo da abundância (Tabela 1). Os indivíduos foram marcados aleatoriamente com lacres numerados em cinco transectos fixos com duzentos metros de comprimento cada e até três metros de cada lado do transecto. As fenofases reprodutivas foram quantificadas através de contagem e/ou estimativa do número de botões e/ou flores e frutos imaturos e/ou maduros. As fenofases de floração foram classificadas segundo Newstrom et al. (1994) de acordo com as classes de padrões em contínua (breve intervalo esporádico), subanual (mais de um ciclo por ano) e anual (somente um ciclo por ano). As espécies que apresentaram padrão anual foram classificadas também quanto a duração da fenofase em breve (1 mês), intermediária (1-5 meses) ou estendida (> 5 meses).

2.3. Análises estatísticas

A estatística circular foi utilizada para testar a ocorrência de sazonalidade na floração (Zar 1999; Morellato et al. 2010). Utilizando o programa Oriana 2.0 (Kovach 2004), calculou-se a data média e a sincronia (r) utilizando o Teste de Rayleigh (Z), que calcula a probabilidade dos dados terem distribuição uniforme, onde se considerou que valores de $r > 0,5$ indicam que os valores não tem distribuição uniforme, sendo considerados sazonais. A relação entre as fenofases com a temperatura média, pluviosidade acumulada, umidade relativa e fotoperíodo, disponibilizadas pelo CEMTEC, foi verificada através da correlação de Spearman (Zar 1999).

3. Resultados

3.1. Fenologia

A comunidade de bromélias apresentou floração sequencial e contínua. As espécies com hábito terrestre apresentaram padrão anual de floração e duração curta, florescendo no início da estação chuvosa. As espécies epífitas floresceram no final da estação chuvosa e parte da estação seca e também apresentaram padrão anual de floração com duração intermediária em *T. duratii* e estendida em *T. recurvifolia*, com exceção de *T. loliacea* que apresentou padrão contínuo com dois intervalos (Fig. 2A). O pico da floração da comunidade foi em novembro/12 e ocorreu devido ao alto número de flores produzido por *Bromelia hieronymi*. Além destas seis espécies já descritas anteriormente para o Chaco úmido brasileiro (Freitas et al. 2013), outras duas espécies de Bromeliaceae foram registradas para a região, *Bromelia serra* Griseb. e *Tillandsia vernicosa* Baker, as quais

não formam incluídas neste estudo pois não estavam presentes nos transectos utilizados na amostragem.

As análises de estatística circular mostraram que as espécies de Bromeliaceae, com exceção de *Tillandsia loliacea* ($r = 0.187$), apresentaram floração sazonal (Tabela 2). A data média para as espécies com hábito terrestre e dispersão zoocórica coincidiram com o pico da floração (Fig. 2B). Já das espécies epífitas, apenas *T. loliacea* não coincidiu a data média com o pico de floração, indicando uma data média um mês antes do pico (Fig. 2B).

A frutificação da comunidade de Bromeliaceae apresentou pico em janeiro/13, mês em que não houve ocorrência de flores (Fig. 3A). As espécies com dispersão zoocórica apresentaram frutificação no início da estação chuvosa em novembro/12 e no fim na estação seca, em julho/13. As espécies com dispersão anemocórica apresentaram frutos em todo o período de estudo com maior número de frutos em setembro/12, com exceção de *T. recurvifolia*, que apresentou frutos de agosto/12 a janeiro/13 e de junho/13 a julho/13 (Fig. 4).

A floração da comunidade de cactáceas apresentou padrão sequencial e contínuo. Todas as espécies apresentaram floração sazonal (Tabela 2) e padrão anual de floração com duração intermediária em *H. balansae*, *O. anacantha*, *P. sacharosa* e *R. baccifera* e estendida em *C. hildmannianus*, *C. baumannii* e *E. rhodotricha* (Fig. 5A). A data média para *C. hildmannianus*, *H. balansae*, *O. anacantha* e *P. sacharosa* não coincidiu com o pico de floração, ao contrário de *C. baumannii*, *E. rhodotricha* e *R. baccifera* (Fig. 5B).

A comunidade apresentou flores e frutos durante todo período de estudo, com pico em novembro/12 para floração e frutificação (Fig. 3B). O pico das florações da maioria das espécies ocorreu na estação chuvosa, com exceção de *Rhipsalis baccifera*. O pico das frutificações também ocorreu na estação chuvosa para todas as espécies. A

espécie de Cactaceae mais importante para a fauna foi *Cleistocactus baumannii* disponibilizando recursos florais a maior parte do tempo de estudo.

3.2. Correlação com fatores climáticos

De acordo com o climatograma do período de estudo, foi possível definir as estações seca (julho/12 a setembro/12) e chuvosa (outubro/12 a junho/13), sendo julho e agosto/12 os meses mais secos e abril/13 o mês com a maior precipitação acumulada (Fig. 6). As análises da Correlação de Spearman (Tabela 3) para a família Bromeliaceae, considerando a floração, mostraram que nenhuma espécie apresentou correlação com a precipitação. Duas espécies epífitas (*T. duratii* e *T. recurvifolia*) apresentaram correlações negativas com a temperatura média. Apenas *T. duratii* teve correlação positiva com a umidade relativa. *Aechmea distichanta* apresentou correlação negativa com o fotoperíodo, enquanto *T. duratii* e *T. recurvifolia* apresentaram correlações positivas. Para a frutificação, as análises mostraram que duas espécies epífitas (*T. duratii* e *T. loliacea*) tiveram correlação positiva com a temperatura e correlação negativa com o fotoperíodo. Para umidade relativa, houve correlação negativa somente com *T. duratii*. Somente *T. recurvifolia* apresentou correlação negativa com a precipitação (Tabela 3).

Em relação às correlações da floração das cactáceas com as variáveis climáticas, apenas *Rhipsalis baccifera* não teve nenhuma correlação (Tabela 3). Para a temperatura todas as espécies restantes tiveram correlação positiva. Nenhuma espécie apresentou correlação com a precipitação. *Echinopsis rhodotricha* foi a única espécie a apresentar correlação negativa com a umidade relativa. Para o fotoperíodo, todas as espécies, com exceção de *R. baccifera*, tiveram correlação negativa. As correlações com a frutificação mostraram que nenhuma espécie foi influenciada pela precipitação. Quase todas as espécies apresentaram correlação positiva com a temperatura, com exceção de *O.*

anacantha que apresentou correlação negativa e *R. baccifera* que não apresentou correlação com a temperatura, porém foi a única a apresentar correlação com a umidade relativa do ar. Já para o fotoperíodo, as espécies apresentaram correlação negativa, com exceção de *P. sacharosa*, que não apresentou correlação, e *O. anacantha* que apresentou correlação positiva.

4. Discussão

4.1. Fenologia Reprodutiva

As comunidades de Bromeliaceae e Cactaceae apresentaram florações sequenciais e contínuas, assim como em outras comunidades de Bromeliaceae (Araújo et al. 1994, Machado & Semir 2006, Santana e Machado 2010) e Malpighiaceae (Barros 1992, Costa et al. 2006) observadas em áreas de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Estudos que indiquem uma data média ou sazonalidade da floração não foram encontrados para o Chaco úmido brasileiro com estas famílias. A importância de uma comunidade com floração sequencial e contínua é disponibilizar recursos para a manutenção dos visitantes florais ao longo do ano, principalmente na estação seca, pois a permanência dos seus polinizadores garante aos primeiros indivíduos que florirem a disponibilidade de polinizadores (e.g. Barros 1992; Poulin et al. 1992; Costa et al. 2006, Garcia et al. 2014). Neste sentido merecem destaque *Tillandsia loliacea* e *Cleistocactus baumannii* pela abundância de plantas na área e longo período de floração. As espécies com hábito terrestre tiveram pico de floração no início da estação chuvosa (floração precoce) indicando uma provável frutificação durante a estação chuvosa (Marques & Lemos Filho 2008), padrão semelhante observado por Batalha e Mantovani (2000) numa comunidade lenhosa em área de Cerrado. As espécies epífitas tiveram pico no fim da estação chuvosa

(floração tardia), porém continuaram florescendo na estação seca, com exceção de *Tillandsia loliacea* e *R. baccifera* que tiveram pico no final da estação seca (floração retardada) e continuaram florescendo em ambas as estações. Outros estudos em comunidades também registraram maior número de espécies de Bromeliaceae florescendo na estação úmida, o que indica um padrão comum para plantas ornitófilas (Sazima et al. 1995; Araújo et al. 2004).

O pico da frutificação da comunidade de Bromeliaceae e Cactaceae ocorreu na estação chuvosa, também observada na Mata Atlântica (Araújo et al. 1994) e Caatinga (Lima 2007). As espécies anemocóricas apresentaram maior proporção de frutos na estação seca que as espécies com frutos zoocóricos, que tiveram pico na estação chuvosa, padrão semelhante encontrado em uma comunidade de herbáceas e lenhosas de Cerrado (Batalha e Mantovani 2000) e em uma floresta decídua na Venezuela (Wikander 1984). De acordo com Oliveira (2008), a dispersão pelo vento coincide com o final da estação seca, fenômeno observado na comunidade do Chaco, para a qual o pico de frutificação ocorreu no início da estação seca, porém frutos maduros dispersando sementes também foram observados no fim da estação seca e início da chuvosa, quando aumenta a velocidade dos ventos e a disponibilidade da água para germinação das sementes.

4.2. Fatores climáticos e a fenologia

Apesar da sazonalidade de chuvas que ocorre no Chaco, a precipitação não se correlacionou com a floração de nenhuma espécie de Bromeliaceae e Cactaceae, diferentemente do encontrado por Lima (2007) na Caatinga onde cinco espécies de Cactaceae tiveram correlação positiva com a precipitação. Alguns estudos sugerem que as primeiras chuvas podem servir como um sinalizador para a floração de diversas espécies

tropicais arbóreas (Opler et al. 1976; Borchert et al. 2004) influenciando o padrão de floração das comunidades (Morellato et al. 1989). Esperava-se que a umidade relativa pudesse influenciar as bromeliáceas epífitas juntamente com a cactácea epífita *R. baccifera*, porém esta correlação não foi observada.

A temperatura (negativamente para Bromeliaceae e positivamente para Cactaceae) e o fotoperíodo negativamente para a maioria das espécies foram os fatores que mais influenciaram as fenofases. Em uma floresta de planície litorânea o fotoperíodo e a temperatura influenciaram positivamente a floração em uma comunidade de arbóreas (Talora & Morelato 2000). As espécies com dispersão anemocóricas tiveram pico de frutificação na estação seca e fria e se correlacionaram negativamente (uma significativa e as outras duas não significativas) com a umidade relativa do ar, mostrando que estas espécies evoluíram para dispersar suas sementes nesta estação quando a velocidade e intensidade do vento são maiores e a baixa umidade favorece a dispersão dos diásporos (Pezzini et al. 2008).

4.3. Fenologia, fragmentação do habitat e mudanças climáticas

As plantas são intimamente sintonizadas com a sazonalidade de seu ambiente e mudanças no tempo de atividade das plantas (i. e. fenologia) fornecem evidências importantes que espécies e ecossistemas estão sendo influenciados por mudanças ambientais globais (Cleland et al. 2007). Os modelos fenológicos poderiam ser usados para explicar por que encontramos diferenças fenológicas consistentes em resposta ao aquecimento, mas também existem respostas amplamente variadas a outras mudanças globais, tais como as concentrações elevadas de CO₂ e regimes de precipitação alterados (Cleland et al. 2007). Para espécies arbóreas, em ecossistemas tropicais, a fenologia pode ser menos sensível a temperatura e fotoperíodo, e mais sintonizada a mudanças sazonais na

precipitação (Reich 1995, Pirani et al. 2009, Rubim et al. 2010). Tais mudanças são esperadas ocorrer em conjunto com o aumento das temperaturas globais, mas tanto a direção e magnitude da mudança variam regionalmente (Cleland et al. 2007). Por exemplo, em nosso estudo foi observado que a fenologia de espécies herbáceas e epífitas foi mais facilmente influenciada pela temperatura e fotoperíodo do que pela precipitação. Infelizmente, a maior parte dos trabalhos e bancos de dados para estudos fenológicos existe para ecossistemas temperados e observações fenológicas de longo tempo são escassas nos trópicos (Morellato 2003, Cleland et al. 2007) e principalmente voltados para espécies arbóreas (Morellato et al. 2000, Funch et al. 2002; Pirani et al. 2009, Rubim et al. 2010, Chang-Yang et al. 2013). Além disso, são observados poucos estudos sobre a fenologia de comunidades de plantas herbáceas e epífitas (Cascaes et al. 2013).

Outro fator que pode alterar a fenologia reprodutiva de espécies de plantas é a fragmentação do habitat (Ferreira & Consolaro 2013). Um estudo sobre fragmentação florestal, polinização e reprodução das plantas realizado no Chaco Serrano (Tucumán, Argentina) mostrou que a saúde das comunidades fragmentadas sofre em relação às comunidades de florestas contínuas, indicando que há um decréscimo de 20% das médias de polinização e produção de sementes de comunidades de florestas contínuas para áreas fragmentadas, sendo que a diminuição do recrutamento de plantas pode ser causada pela criação de gado e pisoteio de plântulas, tornando-se um problema de conservação muito grave em curto prazo (Aizen & Feisinger 1994).

4.4. Conclusões

As duas famílias estudadas apresentaram floração sequencial e contínua, sendo importante para a manutenção dos visitantes florais durante o ano. Uma ampla variação nos padrões fenológicos pode ter um importante efeito nas interações planta-animal

atraindo uma ampla variedade de consumidores, os quais podem ser um importante componente para estratégias de conservação e até mesmo para programas de restauração (Garcia et al. 2014).

Devido à sazonalidade das chuvas que ocorre na área, esperava-se que a precipitação influenciasse mais nas fenofases reprodutivas das espécies estudadas, porém, as variáveis que mais influenciam a floração e frutificação foram a temperatura e o fotoperíodo. A umidade relativa influenciou negativamente a frutificação de espécies anemocóricas, que tiveram pico na estação seca e fria, o que era esperado, pois a estação seca apresenta baixa umidade e maior intensidade de vento, favorecendo a dispersão dos diásporos. A degradação do ambiente pode interferir na atividade dos polinizadores, diminuindo o sucesso reprodutivo de algumas espécies, porém, são necessários mais estudos para se comprovar os efeitos negativos dessa fragmentação na área de estudo e no Chaco brasileiro em geral.

5. Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor e apoio financeiro através do “Plano Nacional de Apoio e Desenvolvimento à Botânica”. Ao Sr. Sérgio David de Oliveira, proprietário da Fazenda Retiro Conceição, por permitir a coleta de dados na área de estudo chaquenha, e ao Sr. João Roberto Fabri, por dirigir sem cobrar nada, além da ajuda nas coletas.

6. Referências Bibliográficas

- Abdon, M.M., Silva, J.S.V., 2006. Fisionomias da vegetação nas sub-regiões do Pantanal Brasileiro. São José dos Campos: INPE.
- Aizen, M.A., Feinsinger, P., 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75(2), 330-351.
- Andreis, C., Longhi, S.J., Brun, E.J., Wojciechowski, J.C., Machado, A.A., Vaccaro, S., Cassal, C.Z., 2005. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. *Rev. Árvore* 29, 55-63.
- Araújo, A.C., Fischer, E.A., SAZIMA, M., 1994. Floracao sequencial e polinizacao de tres especies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região de Juréia, sudeste do Brasil. Sequential flowering and pollination of three species of *Vriesea* (Bromeliaceae) at Juréia, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 17(2), 113-118.
- Araújo, A.C., Fischer, E., Sazima, M., 2004. As bromélias na região do Rio Verde, in: O.A.V. Marques & W. Duleba (Eds.), Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna., eds.). Holos editora, São Paulo, pp. 162-171.
- Ashman, T-L., Knight, T.M., Steets, J.A., Amarasekare, P., Burd, M., Campbell, D.R., Dudash, M.R., Johnston, M.O., Mazer, S.J., Mitchell, R.J., Morgan, M.T., Wilson, W.G., 2004. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology* 85, 2408–2421.
- Ashworth, L., Galetto, L., 2001. Pollinators and reproductive success of the wild cucurbit *Cucurbita maxima* ssp. *andreana* (Cucurbitaceae). *Plant Biol.* 3(4), 398-404.
- Barbosa, D.C.A., Barbosa, M.C.A., Lima, L.C.M., 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga, in: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (Eds.), Ecologia e conservação da caatinga, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp. 657-693.

- Barros, M.A.G., 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). Rev. Bras. Biol. 52(2), 343-353.
- Batalha, M.A., Mantovani, W., 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve (Santa Rita do Passo Quatro SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. Rev. Bras. Biol. 60, 129-145.
- Batalha, M.A., Martins F.R., 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (Central Brazil). Aust. J. Bot. 52, 149-161.
- Bianchi, M.B., Gibbs, P.E., Prado, D.E., Vesprini, J.L. 2000., Studies on the breeding systems of understorey species of a Chaco woodland in NE Argentina. Flora (Jena) 195(4), 339-348.
- Borchert, R., Meyer, S.A., Felger, R.S., Porter-Bolland, L., 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. Global Ecol. Biogeogr. 13, 409-425.
- Cascaes, M.F., Citadini-Zanette, V., Harter-Marques, B., 2013. Reproductive phenology in a riparian rainforest in the south of Santa Catarina state, Brazil. An. Acad. Bras. Ciênc. 85(4), 1449-1460.
- Chang-Yang, C.-H., Lu, C.-L., Sun, I.-F., Hsieh, C.-F., 2013. Flowering and Fruiting Patterns in a Subtropical Rain Forest, Taiwan. Biotropica 45(2), 165-174.
- Cleland, E.E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney H.A., Schwartz, M.D., 2007. Shifting plant phenology in response to global change. Trends Ecol. Evol. 22(7), 357-365.
- Colaço, M.A.S., Fonseca, R.B.S., Lambert S.M., Costa, C.B.N., Machado, C.G., Borba, E.L., 2006. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. Rev. Bras. Bot. 29(2), 239-249.

- Costa, C.B.N., Costa, J.A.S., Ramalho, M., 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 29(1), 103-114.
- Eiten, G., 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review*, New York, 38, 201-341.
- Ferreira, M.C., Consolaro, H., 2013. Phenology and pollination and dispersal syndromes of understory species in an urban forest remnant in central Brazil. *Biosci. J.* 29, 1708-1720.
- Fischer, E.A., Araújo, A.C., 1995. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic Rainforest, south-eastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 11, 550-567.
- Fonseca, R.B.S., Funch, L.S., Borba, E.L., 2008. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 31(2), 237-244.
- Fournier, O.L.A., 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*, v. 24.
- Franco, A.C., 2002. Ecophysiology of woody plants, in: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (Eds.) *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York, pp. 178-197.
- Freitas, T.G. de, Souza, C.S. de, Aoki, C., Arakaki, L.M.M., Stefanello, T.H., Sartori, Â.L.B., Sigrist, M.R., 2013. Flora of Brazilian humid Chaco: Composition and reproductive phenology. *Check List* 9(5), 973-979.
- Funch, L.S., Funch, R., Barroso, G.M., 2002. Phenology of Gallery and Montane Forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Biotropica* 34(1), 40-50.
- Garcia, L.C., Hobbs, R.J., Santos, F.A.M., Rodrigues, R.R., 2014. Flower and Fruit Availability along a Forest Restoration Gradient. *Biotropica* 46(1), 114-123.

- Gouveia, G.P., Felfili, J.M., 1998. Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil Central. *Rev. Árvore* 22, 443-450.
- Griz, L.M., Machado, I.C.S., 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *J. Trop. Ecol.*, 17, 303-321.
- Grossman, G.D., 1986. Food resource partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. *J. Zool.* 1(2), 317-355.
- Gurvich, D.E., Funes, G., Giorgis, M.A., Demaio, P., 2008. Germination Characteristics of Four Argentinean Endemic *Gymnocalycium* (Cactaceae) Species With Different Flowering Phenologies. *Nat. Area. J.* 28(2), 104-108.
- Kiill, L.H.P., Santos, A.P.B., Martins, C.T.V.D., Silva, N.B.G., Silva, T.A., 2012. Ecologia da polinização da cactácea *Arrojadoa rhodantha* em caatinga hiperxerófila. *Sitientibus Sér. Ci. Biol.* 12(2), 303-312.
- Knight, T.M., Steets, J.A., Vamosi, J.C., Mazer, S.J., Burd, M., Campbell, D.R., Dudash, M.R., Johnson, M.O., Mitchell, R.J., Ashman, T.-L., 2005. Pollen limitation of plant reproduction: pattern and process. *Annu. Rev. Ecol., Evol. Syst.* 36, 467–497.
- Kovach, W., 2004. Anglesey, Wales: Kovach Computing Service.
- Kudo G., Ida, T. Y., 2013. Early onset of spring increases the phenological mismatch between plants and pollinators. *Ecology* 94(10), 2311-2320.
- Leal, F.C., Lopes, A.V., Machado, I.C., 2006. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 29(3), 379-389.
- Lenza, E., Klink, C.A., 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Rev. Bras. Bot.* 29(4), 627-638.
- Lieth, H. (Ed.), 1974. Phenology and seasonality modeling. New York, New York, USA: Springer-Verlag.

- Lima, A.L.A., 2007. Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do Nordeste brasileiro. 84 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Machado, I.C.S., Barros, L.M., Sampaio, E.V.S.B., 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29, 57-68.
- Machado, C.G., Coelho, A.G., Santana, C.S., Rodrigues, M., 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Rev. Bras. Ornitol.* 15(2), 267-279.
- Machado, C.G., Semir, J., 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Rev. Bras. Bot.* 29(1), 163-174.
- Mantovani, W., Martins, F.R., 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Bot.* 11, 101-112.
- Marco, D.E., Calviño, A.A., Páez, S.A., 2000. Patterns of flowering and fruiting in populations of *Larrea divaricata* in dry Chaco (Argentina). *J. Arid Environ.* 44(3), 327-346.
- Marco, D.E., Páez, S.A., 2002. Phenology and phylogeny of animal-dispersed plants in a Dry Chaco forest (Argentina). *J. Arid Environ.* 52, 1-16.
- Marques, A.R., Lemos-Filho, J.P., 2008. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 22, 417-424.
- Menzel A., 2002. Phenology: its importance to the global change community. *Clim. Chang.* 54, 379–385.

- Morellato, L.P.C., 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua do sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- Morellato, L.P.C., 2003. South America. In Schwartz, M.D., ed. Phenology: An Integrative Environmental Science, pp. 75–92, Kluwer .
- Morellato, L.P.C., Alberti, L.F., Hudson, I.L., 2010. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach, in: Keatley, M., Hudson, I.L. (Eds.) Phenological research: methods for environmental and climate change analysis. New York, Springer, pp. 357-371.
- Morellato, L.P.C., Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.D., Joly, C.A., 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. Rev. Bras. Bot.12, 85-98.
- Morellato, L.P.C., Leitão-Filho, H.F., 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, SP. Rev. Bras. Biol. 50, 163-173.
- Morellato, L.P.C., Talora, D.C., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, E.C., Zipparro, V.B., 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest Trees: A Comparative Study. Biotropica 32(4b), 811-823.
- Munhoz, C.B.R., Felfili, J.M., 2007. Reproductive phenology of an herbaceous-subshrub layer of a savannah (campo sujo) in the Cerrado Biosphere Reserve I, Brazil. Braz. J. Biol. 67, 299-307.
- Neves, E.L.D., Funch, L.S., Viana, B.F., 2010. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. Rev. Bras. Bot. 33, 155-166.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.M. Baker, H.G., 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La

- Selva. *Biotropica* 2, 141-159.
- Oliveira, P.E., 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado, in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora*. EMBRAPA, Brasília, pp. 275-290
- Opler, P.A., Frankie, G.M., Baker, H.G., 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and sincronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeogr.* 3, 231-236.
- Pennington, R.T., Prado, D.E., Pendry, C.A., 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *J. Biogeogr.* 27, 261-273.
- Petit, S., 2001. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curaçao. *J. Arid Environ.* 49(3), 521-531.
- Pezzini, F.F., Brandão, D., Ranieri, B.D., Espírito-Santo, M.M., Jacobi, C.M., Fernandes, G.W., 2008. Polinização, dispersão de sementes e fenologia de espécies arbóreas no Parque Estadual da Mata Seca. *MG-Biota* 1, 37-45.
- Pianka, E.R., 1973 The structure of lizard communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4, 53-74.
- Pirani, F.R., Sanchez, M., Pedroni, F., 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 23(4), 1096-1109.
- Poulin, B., Lefebvre, G., Mcneil, R., 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 2295-2309.
- Prado, D.E., 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. *Candollea* 48, 145-172.
- Prado, D.E., Gibbs, P.E., Pott, A., Pott, V.J., 1992. The Chaco - Pantanal transition in southern Mato Grosso, Brazil, in: Furley, P.A., Proctor, J., Ratter, J.A. (Eds.), *Nature*

- and dynamics of forest – savanna boundaries. Chapman & Hill, London, pp. 451-470.
- Rathcke, B., Lacey, E.P., 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 16, 179-214.
- Rawitscher, F., 1948. The Water Economy of the Vegetation of the Campos Cerrados' in Southern Brazil. *J. Ecol.* 237-268.
- Rawitscher, F., Ferri, M.G., Rachid, M., 1943. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional. *An. Acad. Bras. Cienc.* 18, 267-294.
- Reich, P.B., 1995. Phenology of tropical forests – patterns, causes, and consequences. *Can. J. Bot.* 73, 164–174.
- Rubim, P., Nascimento, H.E.M., Morelato, L.P.C., 2010. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 24(3), 756-764.
- Santana, C.S., Machado, C.G., 2010. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 33(3), 469-477.
- Sarmiento, G., Monasterio, M., 1983. Life forms and phenology, in: Bouliere, F. (Ed.), *Ecosystems of the world: tropical savannas*. Elsevier Science, Amsterdam, pp.79-108.
- Sazima, M., Buzato, S., Sazima, I., 1995. Bat pollination of *Vriesea* in southeastern Brazil. *Bromelia* 2, 29-37.
- Silva, J.S.V., Abdon, M.M., 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. *Pesq. Agropec. Bras.* 33, 1703-1711.
- Silva, M.P., Mauro, R., Mourao, G., Coutinho, M., 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Rev. Bras. Bot.* 23, 143-152.

- Talora, D.C., Morellato, L.P.C., 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 23, 13-26.
- Torres, C., Galetto, L., 2011. Flowering phenology of co-occurring Asteraceae: a matter of climate, ecological interactions, plant attributes or of evolutionary relationships among species? *Org. Divers. Evol.* 11(1), 9-19.
- Webb, C.J., Lloyd, D.G., 1986. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in Angiosperms II. Herkogamy. *New Zeal. J. Bot.* 24, 163-178.
- Wikander, T., 1984. Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decidua en Venezuela. *Biotropica* 276-283.
- Zar, J. H., 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

Lista de figuras

Figura 1. Climatograma da região de Porto Murtinho – MS (Walter, 1986), do período de 2006 a 2010). Fonte: Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (Cemtec).

Figura 2. (A) Fenologia de floração de espécies de Bromeliaceae que ocorrem na região da Fazenda Retiro Conceição, Porto Murtinho, MS, entre agosto de 2012 e julho de 2013. A linha simples representa o período total de cada florada e a mais grossa, o pico de floração. *E.s= Estação seca; *E.c= Estação chuvosa. (B) Diagrama circular das seis espécies de Bromeliaceae em floração em remanescente de Chaco úmido Brasileiro, Porto Murtinho – MS. A seta aponta para a data média e o comprimento da seta representa o valor de r , que varia de 0 a 1, e mostra a concentração da fenofase ao redor da data média

(grau de sazonalidade).. **Figura 3.** Quantidade de flores e frutos no período de agosto de 2012 a julho de 2013, em Porto Murtinho, MS. (A) Bromeliaceae. (B) Cactaceae.

Figura 4. Quantidade de indivíduos de Bromeliaceae divididos por tipo de dispersão em frutificação no período de agosto de 2012 a julho de 2013, em Porto Murtinho, MS.

Figura 5. (A) Fenologia de floração de espécies de Cactaceae que ocorrem na região da Fazenda Retiro Conceição, Porto Murtinho, MS, entre agosto de 2012 e julho de 2013. A linha simples representa o período total de cada florada e a mais grossa, o pico de floração. *E.s= Estação seca; *E.c= Estação chuvosa. (B) Diagrama circular das sete espécies de Cactaceae em floração em remanescente de Chaco úmido Brasileiro, Porto Murtinho – MS. A seta aponta para a data média e o comprimento da seta representa o valor de r , que varia de 0 a 1, e mostra a concentração da fenofase ao redor da data média (grau de sazonalidade).

Figura 6. Dados de umidade instantânea (A), fotoperíodo (B) e climáticos (C) mostrando a distribuição da precipitação (barras) e temperatura média (linha tracejada) de agosto/2012 a julho/2013. Fonte: Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (Cemtec).

Tabelas

Tabela 1. Espécies de Bromeliaceae e Cactaceae ocorrentes em remanescente de Chaco úmido, Porto Murtinho, MS, indicando hábito e síndrome de dispersão e número de indivíduos observados por espécie.

Família	Espécie	Hábito	Síndrome de dispersão	Síndrome de polinização	Nº de indivíduos
Bromeliaceae	<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	herbáceo	Zoocoria		1
	<i>Bromelia balansae</i> Mez	herbáceo	Zoocoria		28
	<i>Bromelia hieronymi</i> Mez	herbáceo	Zoocoria		2
	<i>Tillandsia duratii</i> Vis.	epífito	Anemocoria		24
	<i>Tillandsia loliacea</i> Mart. ex Schult. f.	epífito	Anemocoria		32
	<i>Tillandsia recurvifolia</i> Hook.	epífito	Anemocoria		37
Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schum.	arbóreo	Zoocoria		49
	<i>Cleistocactus baumannii</i> (Lem.) Lem.	herbáceo	Zoocoria		40
	<i>Echinopsis rhodotricha</i> K. Schum.	herbáceo	Zoocoria		35
	<i>Harrisia balansae</i> (K. Schum.) N.P. Taylor e Zappi	herbáceo	Zoocoria		34
	<i>Opuntia anacantha</i> Speg.	herbáceo	Zoocoria		29
	<i>Pereskia sacharosa</i> Griseb.	arbustivo	Zoocoria		4
	<i>Rhipsalis</i> cf. <i>baccifera</i> (J.S. Muell.) Stearn	epífito	Zoocoria		7

Tabela 2. Estatística circular para análise da ocorrência da sazonalidade na floração das espécies.

Bromeliaceae	Mean vector (r)	Rayleigh test (Z)	Rayleigh test (p)	Data média
<i>A. distichantha</i>	0.978	23.93	2.74E-10	novembro
<i>B. balansae</i>	1	66	0	dezembro
<i>B. hieronymi</i>	0.978	3579.27	0	novembro
<i>T. duratii</i>	0.829	75.52	0	abril
<i>T. loliacea</i>	0.187	50.96	0	julho
<i>T. recurvifolia</i>	0.877	236.36	0	junho
Cactaceae				
<i>C. hildmannianus</i>	0.743	147.32	0	novembro
<i>C. baumannii</i>	0.627	407.46	0	novembro
<i>E. rhodotricha</i>	0.754	121.21	0	outubro
<i>H. balansae</i>	0.744	82.40	0	novembro
<i>O. bergeriana</i>	0.871	14.42	2.48E-07	dezembro
<i>P. sacharosa</i>	0.749	5.60	0.002	dezembro
<i>R. baccifera</i>	0.76	143.34	0	setembro

Tabela 3. Resultados do teste de correlação de Spearman (r) entre as florações e frutificações das espécies de Bromeliaceae e os fatores climáticos, na Fazenda Retiro Conceição, município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. Resultados em destaque são significativos.

Família/Espécies	Floração				Frutificação			
	Temperatura	Precipitação	U.R	Fotoperíodo	Temperatura	Precipitação	U.R	Fotoperíodo
Bromeliaceae								
<i>Aechmea distichantha</i>	0,4300	-0,1559	-0,1236	-0,6676	0,5214	-0,0914	-0,2150	-0,3338
<i>Bromelia balansae</i>	0,4804	-0,1310	-0,1310	-0,4519	-0,4136	-0,2175	0,0784	0,4521
<i>Bromelia hieronymi</i>	0,2526	0,2150	-0,1827	-0,5146	0,3104	0,2010	0,2681	-0,1770
<i>Tillandsia duratii</i>	-0,6017	0,4259	0,8479	0,7866	0,6433	-0,0629	-0,7133	-0,6550
<i>Tillandsia loliacea</i>	-0,5123	-0,2596	0,3754	0,5683	0,7902	0,0699	-0,5594	-0,8830
<i>Tillandsia recurvifolia</i>	-0,8920	-0,1306	0,4852	0,8962	-0,3167	-0,7759	-0,5232	0,0368
Cactaceae								
<i>Cereus hildmannianus</i>	0,8121	-0,0797	-0,3698	-0,8855	0,7859	-0,3393	-0,0964	-0,6174
<i>Cleistocactus baumannii</i>	0,6901	0,0281	-0,5704	-0,8637	0,8233	0,1060	-0,3958	-0,7625
<i>Echinopsis rhodotricha</i>	0,7178	-0,0362	-0,6453	-0,7655	0,8003	0,2618	-0,1945	-0,8554
<i>Harrisia balansae</i>	0,8024	0,2426	-0,3209	-0,8459	0,6472	0,3431	-0,1559	-0,7707
<i>Opuntia anacantha</i>	0,6131	0,1126	-0,1877	-0,6928	-0,5764	0,1371	0,5413	0,6184
<i>Pereskia sacharosa</i>	0,6618	0,1018	-0,3015	-0,7518	0,6198	0,4776	0,0766	-0,4924
<i>Rhipsalis baccifera</i>	-0,3135	-0,3919	0,3396	-0,0096	0,4366	-0,4014	-0,5774	-0,6888

Figura 1.

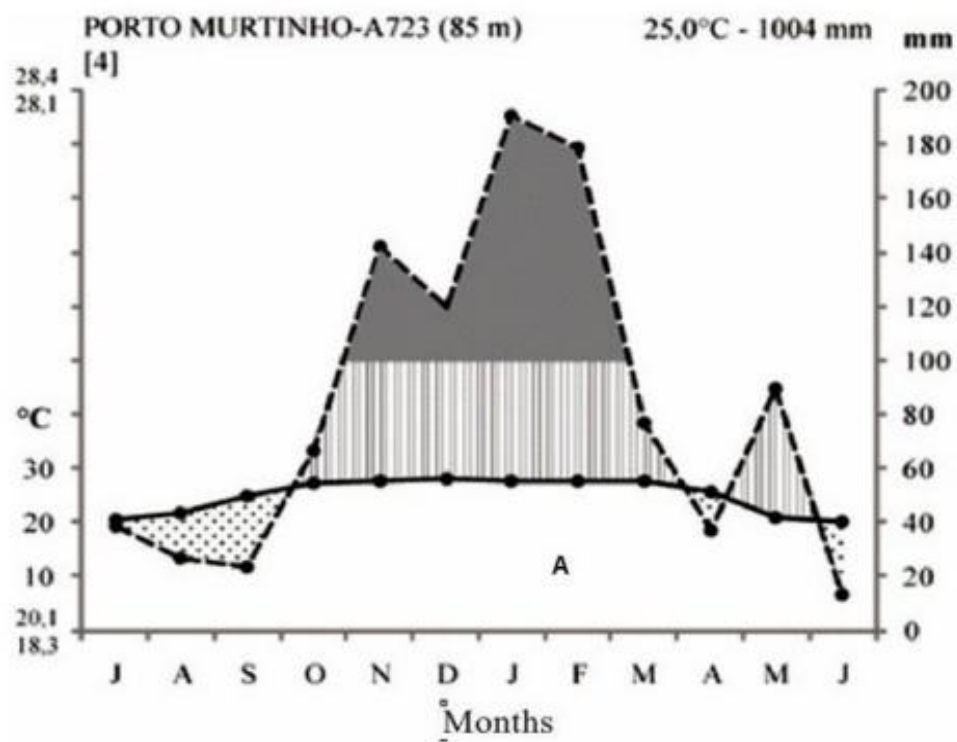


Figura 2.

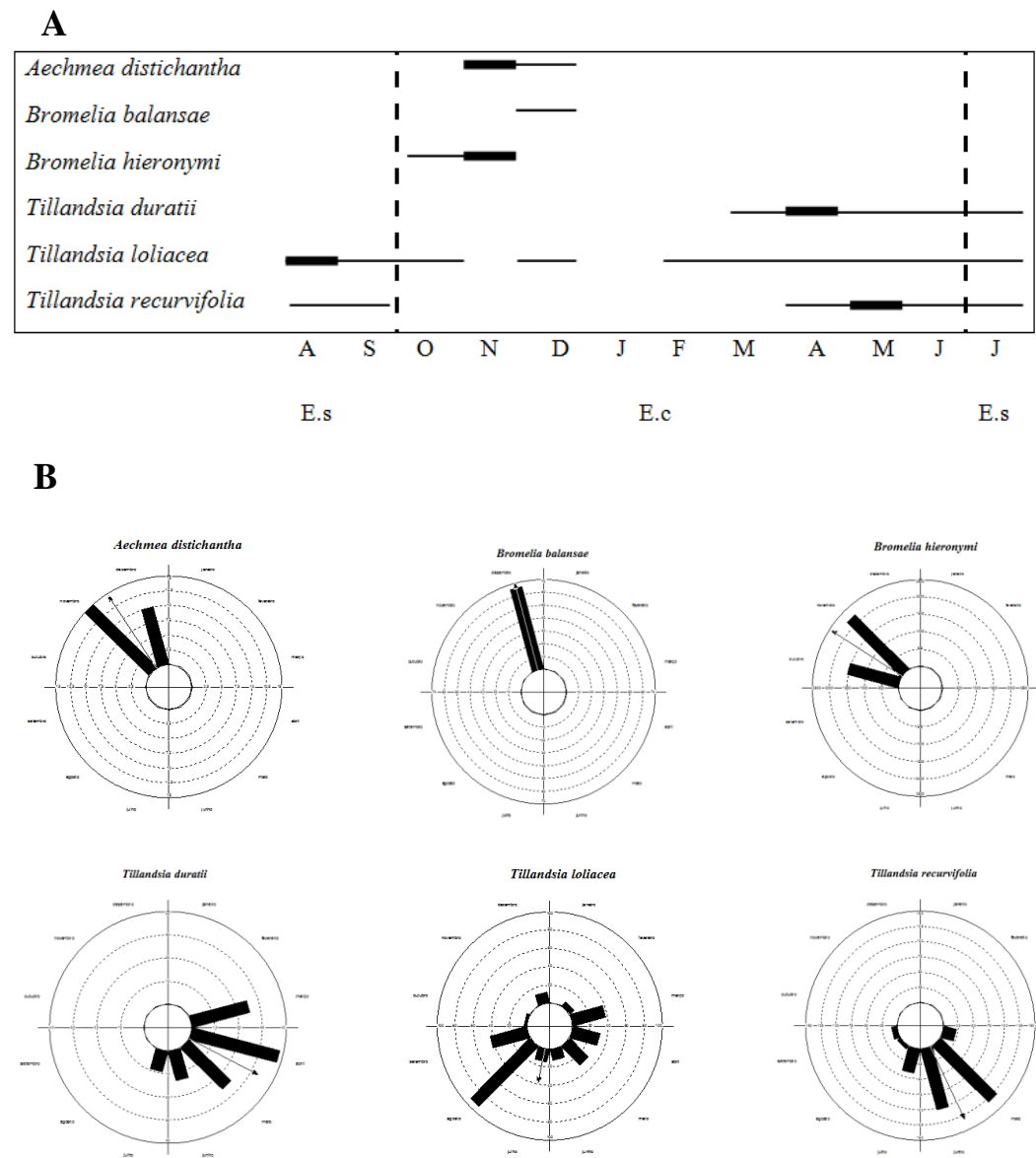


Figura 3.

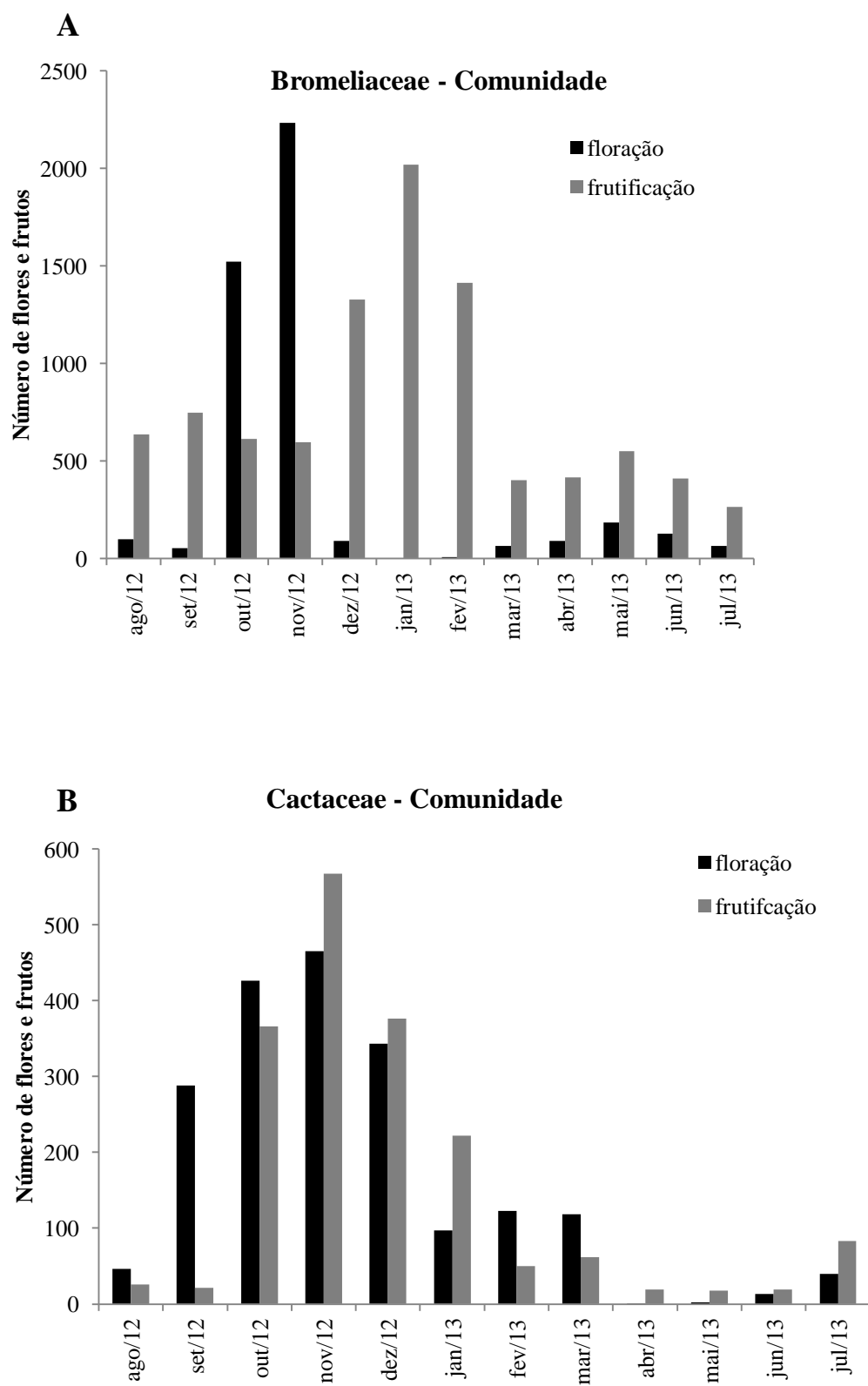


Figura 4.

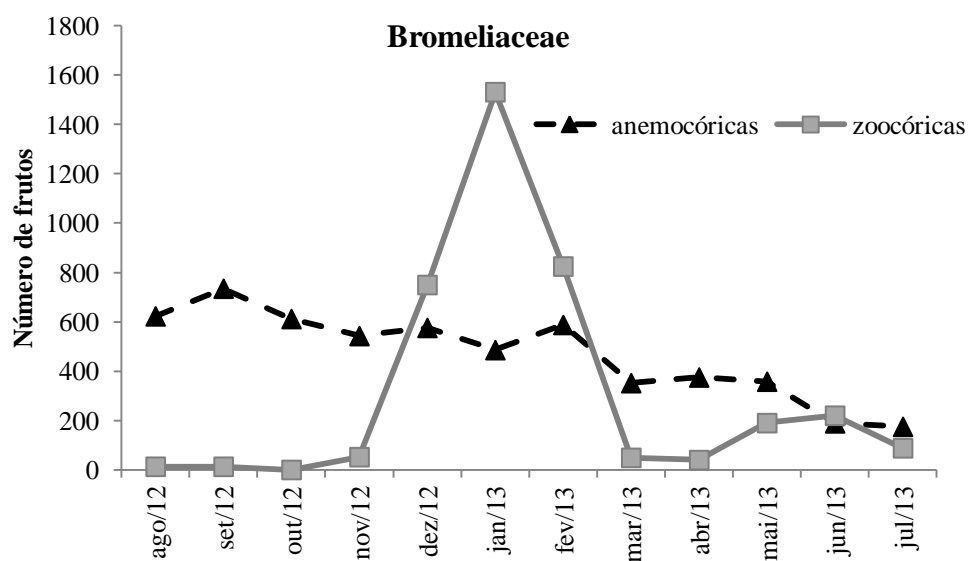


Figura 5.

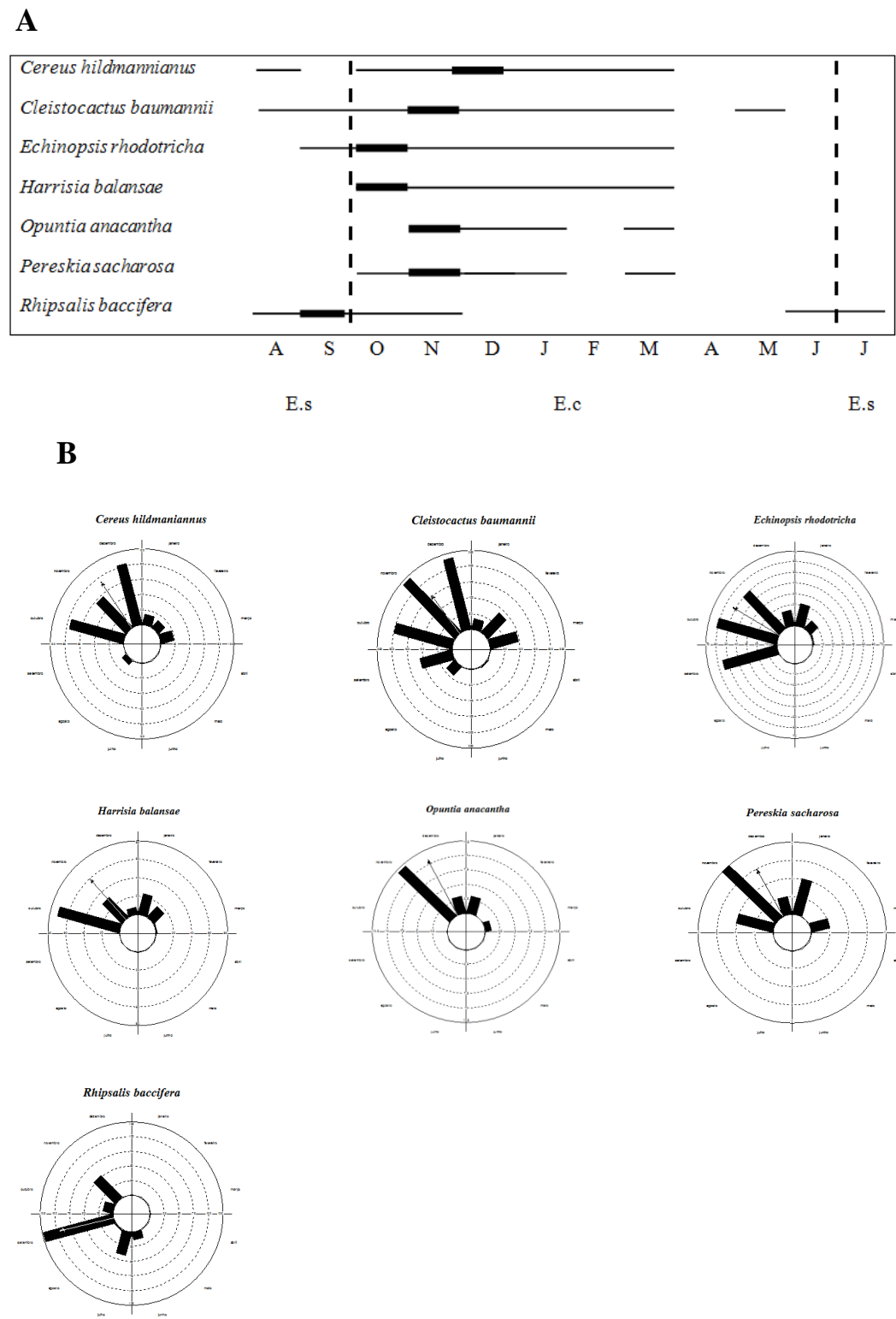
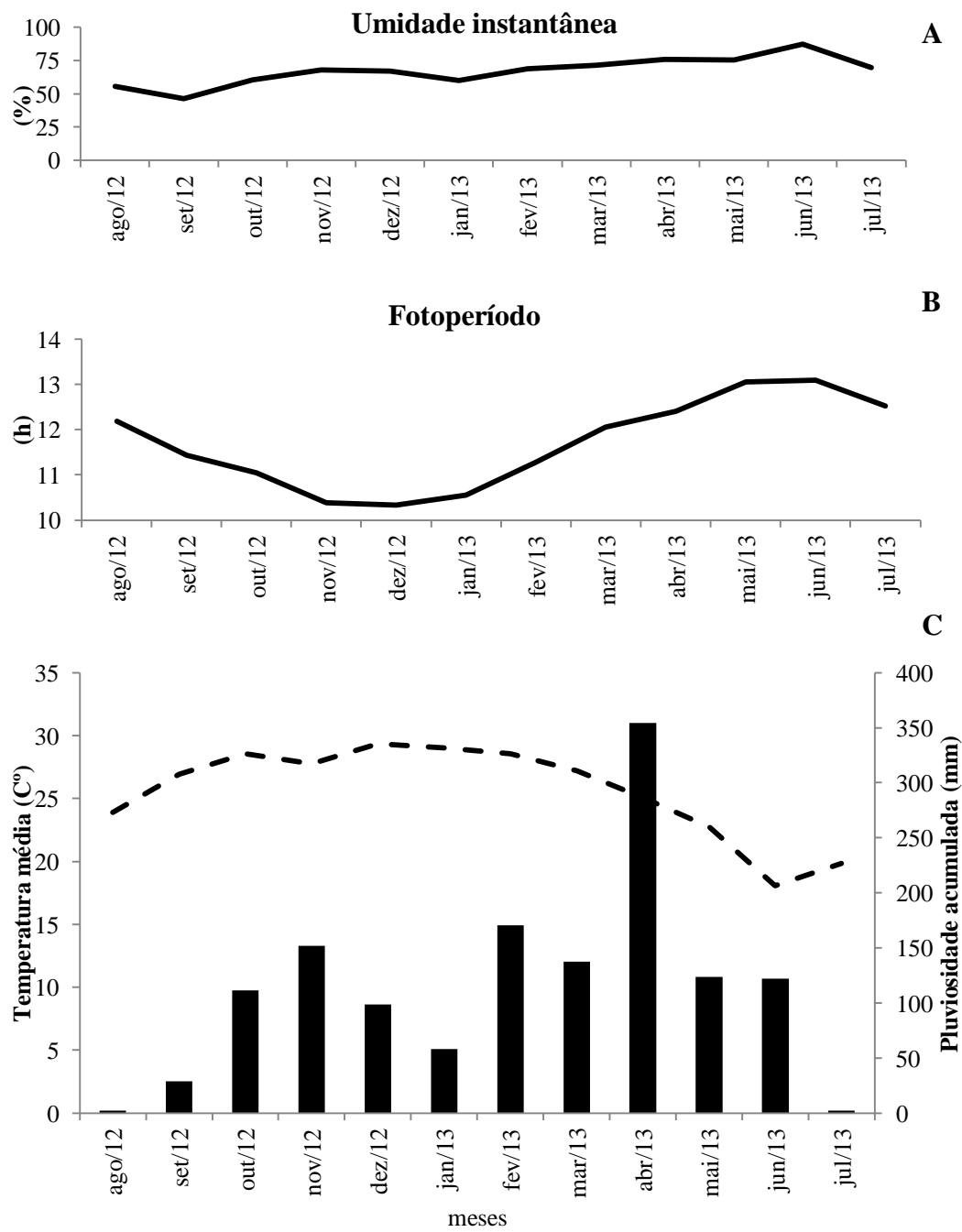


Figura 6.



NORMAS DA REVISTA

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/p/7923.

Submission declaration

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts: *Before the accepted manuscript is published in an online issue*: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed. *After the accepted manuscript is published in an online issue*: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

This journal offers authors a choice in publishing their research: Open Access and Subscription.

For Subscription articles

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <http://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

For Open Access articles

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights. For more information on author rights for:

Subscription articles please see <http://www.elsevier.com/journal-authors/author-rights-and-responsibilities>.

Open access articles please see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open Access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse
- An Open Access publication fee is payable by authors or their research funder

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our access programs (<http://www.elsevier.com/access>)
- No Open Access publication fee

All articles published Open Access will be immediately and permanently free for everyone to read and download. Permitted reuse is defined by your choice of one of the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY): lets others distribute and copy the article, to create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), to include in a collective work (such as an anthology), to text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA): for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, to create extracts, abstracts and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), to include in a collective work (such as an anthology), to text and data mine the article, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation, and license their new adaptations or creations under identical terms (CC BY-NC-SA).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND): for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

To provide Open Access, this journal has a publication fee which needs to be met by the authors or their research funders for each article published Open Access.

Your publication choice will have no effect on the peer review process or acceptance of submitted articles.

The publication fee for this journal is **\$1500**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/flora>.

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of three potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.



Preparation

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Number pages and lines consecutively throughout the manuscript.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing; do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference; only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this

clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that phone numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files.

See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Database linking

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving their readers one-click access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research. Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

See <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the printed version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Illustration services

Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/illustrationservices>) offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the

reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication and a copy of the title page of the relevant article must be submitted.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Data at PANGAEA

Electronic archiving of supplementary data enables readers to replicate, verify and build upon the conclusions published in your paper. We recommend that data should be deposited in the data library PANGAEA (<http://www.pangaea.de>). Data are quality controlled and archived by an editor in standard machine-readable formats and are available via Open Access. After processing, the author receives an identifier (DOI) linking to the supplements for checking. As your data sets will be citable you might want to refer to them in your article. In any case, data supplements and the article will be automatically linked as in the following example: [doi:10.1016/0016-7037\(95\)00105-9](https://doi.org/10.1016/0016-7037(95)00105-9). Please use PANGAEA's web interface to submit your data (<http://www.pangaea.de/submit/>).

Interactive Phylogenetic Trees

You can enrich your online articles by providing phylogenetic tree data files (optional) in Newick or NeXML format, which will be visualized using the interactive tree viewer embedded within the online article. Using the viewer it will be possible to zoom into certain tree areas, change the tree layout, search within the tree, and collapse/expand tree nodes and branches. Submitted tree files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. Each tree must be contained in an individual data file before being uploaded separately to the online submission system, via the 'phylogenetic tree data' submission category. Newick files must have the extension .new or .nwk (note that a semicolon is needed to end the tree). Please do not enclose comments in Newick files and also delete any artificial line breaks within the tree data because these will stop the tree from showing. For NeXML, the file extension should be .xml. Please do not enclose comments in the file. Tree data submitted with other file extensions will not be processed. Please make sure that you validate your Newick/NeXML files prior to submission. For more information please see <http://www.elsevier.com/phylogenetictrees>.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Phone numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.



After Acceptance

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address

then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 9 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail (the PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use). For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints/myarticlesservices/booklets>).

CAPÍTULO II

Biologia reprodutiva de *Tillandsia duratii* Visiani (Bromeliaceae) em Chaco úmido brasileiro[✱]

Luan Marcell Mitsuo Arakaki¹, Gecele Matos Paggi^{2, 3}

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Botânica, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus* do Pantanal, Laboratório de Ecologia, Caixa Postal 252, 79304-902, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil.

³ Autor para correspondência: gecele.paggi@ufms.com

Título resumido: Biologia reprodutiva de *Tillandsia duratii*

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

✱Artigo a ser submetido à Revista Biota Neotropica

RESUMO

Bromeliaceae é uma família de monocotiledôneas que apresenta cerca de 3140 espécies em 58 gêneros. Um grande número destas espécies é polinizado por beija-flores, porém, morcegos e alguns insetos também podem polinizar algumas espécies desta família. Dentro do gênero *Tillandsia* existem espécies que apresentam autoincompatibilidade, autocompatibilidade e cleistogamia. *Tillandsia duratii* é uma espécie epífita pertencente à subfamília Tillandsioideae. No Brasil, está distribuída na região Centro-Oeste, nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, e também na região Sul, no estado do Rio Grande do Sul. Neste estudo foi descrita a biologia reprodutiva de *T. duratii*, através de experimentos de polinização manual, com o objetivo de indicar o principal sistema de cruzamento e avaliar a contribuição dos polinizadores para o sucesso reprodutivo da espécie. Fenologia ??? O estudo foi realizado em área de remanescente de Chaco úmido brasileiro, em Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. O tratamento de agamospermia não formou frutos. No tratamento de polinização cruzada manual, 76,7 % das flores produziram frutos, sendo mais eficiente que o tratamento de autopolinização manual, no qual foram produzidos 16 frutos, 53% das flores autopolinizadas. No entanto, não houve diferenças significantes entre estes dois tratamentos. A taxa de frutos formados em condições naturais foi de 42,4%, sendo menor que a observada na polinização cruzada manual e na autopolinização. O índice de autoincompatibilidade (ISI) foi 0,69, indicando que *T. duratii* é autocompatível. O índice de fertilidade foi baixo (0,37), e o índice de eficácia reprodutiva foi de 0,55, indicando que a espécie é autofértil com a eficácia dos polinizadores moderada. Resultados da Fenologia. Incluir conclusão final.

Palavras-chave: autocompatibilidade, autofecundação, epífita, polinização manual, polinizador, sistema de cruzamento.

ABSTRACT

Bromeliaceae is a monocot plant family which has about 3140 species in 58 genera, most of species is pollinated by hummingbirds, but bats and insects are also described as pollinators for some bromeliad species. In the genus *Tillandsia* there are self-incompatibility, self-compatibility and cleistogamy species. *Tillandsia duratii* is an epiphyte species from the subfamily Tillandsioideae. In Brazil, this species occurs in the Center-West region, in the Mato Grosso, Mato Grosso do Sul and Goiás states and also in the South region, in the Rio Grande do Sul state. In this study we describe de reproductive biology of *T. duratii*, through manual pollination experiments, aiming to identify de mainly mating system and to evaluate the contribution of possible pollinators to species reproductive success. The study was conducted in a remaining area of humid Brazilian Chaco, in Porto Murtinho city, Mato Grosso do Sul state. The agamospermy treatment no fruits were produced. In the manual outcrossing pollination treatment, 76.7% of the flowers developed into fruits, which was more efficient than the manual self-pollination treatment, in which fruit set was 53% of the self-pollinated flowers. However, those treatments were not significant different. Fruit set under natural conditions was 42.4%, lower than the fruit set in the manual outcrossing pollination and in the manual self-pollination treatments. The index of self-incompatible (ISI) was 0.69, indicating that *T. duratii* is self-compatible. The index of fertility was low (0.37) and the reproductive efficiency index was 0.55, indicating that species is self-fertile with a moderate pollinator efficiency.

Key words: epiphyte, hand pollination, mating system, pollinator, self-compatibility, selfing.

1. INTRODUÇÃO

Bromeliaceae é uma família de monocotiledôneas que apresenta cerca de 3140 espécies (Givnish et al. 2011) e 58 gêneros (Luther et al. 2008) e contém um grande número de espécies polinizadas por beija-flores (Kessler & Krömer 2000; Canela & Sazima 2003; Kaehler et al. 2005; Machado & Semir 2006; Piacentini & Varassin 2007), porém, morcegos (Sazima et al. 1995; Sazima et al. 1999) e alguns insetos também podem polinizar algumas espécies desta família (Canela & Sazima 2005; Kaehler et al. 2005; Lenzi et al. 2006). Esta família também apresenta uma grande variedade no sistema reprodutivo, sendo que a autocompatibilidade pode ser encontrada em muitas espécies de vários gêneros, como *Aechmea*, *Pitcairnia* e *Vriesea* (Wendt et al. 2002; Lenzi et al. 2006; Paggi et al. 2007) bem como sistemas de incompatibilidade também são observados em diversos gêneros como *Aechmea*, *Billbergia*, *Vriesea* e *Quesnelia* (Martinelli 1997; Canela & Sazima 2003; Sampaio et al. 2012; Zanella et al. 2012, para uma revisão; Paggi et al. 2013).

A autofecundação pode ser evitada através de diferentes mecanismos espaciais e temporais como dicogamia, quando o elemento feminino é viável antes (protoginia) ou após o masculino (protandria), dioicia, quando o indivíduo não apresenta flores com os dois sexos, e hercogamia, quando anteras e estigma possuem tamanhos diferentes (Martinelli 1997; Siqueira Filho & Machado 2001), porém, estes mecanismos nem sempre são eficazes devido ao comportamento dos polinizadores (Siqueira Filho & Machado 2001). Dentre estes mecanismos, a protoginia foi relatada para quase todas as 150 espécies de *Tillandsia* subgênero *Tillandsia* (Gardner 1982).

O gênero *Tillandsia* pertence à subfamília Tillandsioideae, onde a maioria das espécies é epífita, com exceção do gênero *Alcantarea* que é saxícola (Smith & Downs 1977; Givnish et al. 2011). As espécies do gênero *Tillandsia* são adaptadas à ambientes de pouca água, não formando tanque com água. As inflorescências podem ter a coloração rosa, azul, roxa, púrpura branca ou vermelha. As folhas possuem coloração verde acinzentada, delgadas, pequenas, em disposição de escamas ou podem ser largas, com distribuição ao redor de um eixo (Smith & Downs 1977, Benzing 2000). A raiz serve para fixação, não possuindo função para captar nutrientes. Podem ser epífitas ou rupícolas, se fixando em ambientes com luz difusa ou luz direta do sol (Benzing 2000). Os frutos são secos do tipo cápsula deiscente e as sementes são plumosas com apêndice (Silva & Gomes 2003). Dentro do gênero *Tillandsia* existem espécies que apresentam autoincompatibilidade (Hietz et al. 2006; Ramírez-Morillo et al. 2009), autocompatibilidade (Matallana et al. 2010) e cleistogamia (Gilmartin & Brown 1985).

Diferentes espécies de plantas podem apresentar exclusivamente um dos modos de reprodução, o assexual ou o sexual, e um sistema de cruzamento, autogamia ou alogamia, mas o mais comum é haver um modo de reprodução e sistema de cruzamento predominante, com eventos esporádicos do outro tipo (Bodanese-Zanettini & Cavalli 2003). Estas características estão diretamente relacionadas com a composição genética das populações naturais, e seu entendimento é essencial para os programas de conservação de espécies que estão em risco de extinção (Wong e Sun 1999; Bodanese-Zanettini & Cavalli 2003). Outros trabalhos apontam que a reprodução vegetativa (Murawski & Hamirick 1990) e os mecanismos de polinização também têm um efeito marcante na composição e estrutura genética espacial e temporal de populações (Ritland & Jain 1981; Ge & Sun 1999). O conhecimento da biologia reprodutiva das espécies pode ser importante para a compreensão da dinâmica das populações naturais e suas

interações ecológicas, além de ser uma importante característica na identificação de populações evolutivamente viáveis, visando à conservação das mesmas.

Neste trabalho foi estudada a biologia e fenologia reprodutiva de *Tillandsia duratii* Visiani com o objetivo de indicar o principal sistema de cruzamento e avaliar a contribuição dos polinizadores para o sucesso reprodutivo da espécie em área de remanescente de Chaco úmido brasileiro, em Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O Chaco é um termo aplicado à vegetação sazonal que ocorre no centro-norte da Argentina, sudeste da Bolívia, leste do Paraguai e oeste do Brasil, totalizando cerca de 800.000 km² (Prado 1993). No Brasil, o Chaco cobre 2,78% do Pantanal e ocorre no oeste de Mato Grosso do Sul, na sub-região de Porto Murtinho (Silva & Abdon 1998; Pennington et al. 2000). As formações chaquenhas brasileiras *sensu stricto* somente ocorrem nesta sub-região por apresentarem características fisionômicas e florísticas semelhantes à vegetação de Chaco *sensu stricto* registradas no Paraguai e Argentina (Prado et al. 1992).

Na região de Porto Murtinho/MS a estação chuvosa ocorre entre os meses de novembro e fevereiro (pluviosidade ≥ 100 mm) e a seca de junho a setembro, quando há déficit hídrico. Uma estação transicional ocorre nos meses de março, maio e outubro quando não há déficit hídrico e a pluviosidade não atinge 100 mm. O clima é marcadamente sazonal, com verão quente (acima 40 °C) e úmido e inverno seco com severas geadas (Pennington et al. 2000). A precipitação diminui de 1000 mm/ano a leste a menos de 550 mm/ano a oeste, com uma estação seca no inverno e primavera e uma estação chuvosa no verão (Pennington et al. 2000). O estudo foi realizado de

agosto/2012 a julho/2013 em remanescente de vegetação chaquenha localizada na Fazenda Retiro Conceição, em Porto Murtinho, MS (21°42'04"S, 57°53'06"W), sub-região do Pantanal (Abdon & Silva 2006).

2.2 *Espécie de estudo*

Tillandsia duratii é uma espécie epífita que pertence à subfamília Tillandsioideae e possui flores perfumadas com pétalas lilases e o tubo da corola branco, com a haste da inflorescência ereta e rígida. No Brasil, está distribuída na região Centro-Oeste, nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, também ocorre na região Sul, no Rio Grande do Sul (Forzza et al. 2014), além de ocorrer na Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai (Smith & Downs 1977).

A floração apresentou padrão anual com duração intermediária ocorrendo no mês de março/2013 com pico em abril/2013, porém continuou florescendo também na estação seca, em julho/2013, sendo considerada sazonal. A espécie apresentou frutificação contínua, de agosto/2012 a julho/2013 (dados não publicados).

Esta espécie é uma epífita aérea que depende exclusivamente da atmosfera para sobreviver, dessa forma, podendo ser empregada também como bioindicador acumulativo da qualidade do ar em centros urbanos, como Porto Murtinho, por exemplo, onde vários exemplares de *T. duratii* podem ser encontrados facilmente em fios elétricos e em árvores no centro da cidade (obs. pess.). Diversos estudos utilizam espécies epífitas como bioindicadores acumulativos da qualidade do ar em centros urbanos (Figueiredo et al. 2007; Alves et al. 2008; Rodriguez et al. 2011; Sutton et al. 2014). De acordo com Benzing et al. (1976), nas espécies epífitas aéreas, o desenvolvimento de raiz é esporádico ocorrendo somente no estágio da germinação e, por esta razão, espécies assim são adequadas para controle da qualidade do ar, pois os

sintomas apresentados são independentes das condições do solo, sendo mais fácil de estabelecer padrões para estudos de biomonitoramento (Alves et al. 2008).

2.3 Experimentos de polinização manual

O sistema de cruzamento de *T. duratii* foi avaliado usando a metodologia proposta por Ramírez e Seres (1994) utilizando experimentos de polinização controlada em uma população natural. Foram realizados cinco cruzamentos diferentes para detectar: 1) agamospermia (AG) - botões florais foram emasculados e ensacados; 2) autopolinização manual (AM) - flores foram autopolinizados com seu próprio pólen; 3) autopolinização espontânea (AE) - botões florais foram ensacados para observar se ocorre a formação de frutos sem a ação do polinizador; 4) polinização cruzada manual (PM) - pólen de outras plantas de populações distantes foram coletados e utilizados para polinizar outras plantas, cujas flores foram primeiramente emasculadas e depois ensacadas; e 5) controle (C) - botões florais marcados e não manipulados.

O índice de autoincompatibilidade (ISI, *sensu* Bullock 1985) foi obtido pela divisão da razão fruto/flor entre autopolinização e polinização cruzada, onde a razão 0,25 é o limite para espécies autoincompatíveis. O índice de autofertilidade (Lloyd & Shoen 1992) foi calculado dividindo a quantidade de frutos produzidos na autopolinização espontânea (AE) pela quantidade de frutos formados na polinização cruzada manual (PM). Esse índice mede a capacidade da flor produzir sua própria semente na ausência de polinizadores. Valores entre 0.30-1 foram considerados autoférteis ou parcialmente autoférteis e abaixo de 0.30 como autoinfertéis. Estes índices calculados usando os frutos e/ou sementes férteis podem indicar efeitos de endogamia em diferentes níveis na hierarquia de produção de descendência (Jacquemart 1996). A partir dos resultados obtidos calculou-se o índice de eficiência reprodutiva IER

(Oliveira & Gibbs 2000), dividindo-se a razão entre frutos formados pelo controle e pela polinização cruzada manual (*sensu* Zapata & Arroyo 1978).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento de agamospermia (AG) não formou frutos. No tratamento de polinização cruzada manual (PM) utilizando pólen de outra planta, 76,7 % das flores produziram frutos, este tratamento foi mais eficiente que a autopolinização utilizando-se o pólen da própria flor (AM), no qual foram produzidos 16 frutos, 53% das flores autopolinizadas, no entanto não houve diferenças significantes entre estes dois tratamentos (Tabela 1). Dessa forma, a estimativa do índice de autoincompatibilidade (ISI) foi 0,69, indicando que *T. duratii* é autocompatível ou parcialmente autocompatível (Ramírez e Brito 1990). O índice de fertilidade foi baixo (0,37), porém indicou que a espécie é autofértil (Lloyd & Shoen 1992), pois apresentou menor proporção de frutos formados no tratamento de AE do que no de PM e, além disso, não diferiu significativamente do tratamento de AG ($F_{(4)} = 12,7711$; $p < 0,0001$; Tabela 1).

A taxa de frutos formados em condições naturais (controle) foi de 42,4%, sendo menor que a taxa de polinização cruzada manual 76,7% e o índice de eficácia reprodutiva de 0,55 (*sensu* Zapata & Arroyo 1978). A eficácia reprodutiva é um indicativo de eficiência dos polinizadores (Zapata & Arroyo 1978), sendo considerada moderada em *T. duratii*, podendo ser uma das causas para a planta ser autocompatível já que a eficiência dos polinizadores não é alta. Outro fato observado na flor é a posição das anteras que ficam acima do estigma dentro de um tubo formado pelas pétalas (Figura 1A), que facilita a autopolinização desta espécie por algumas abelhas e borboletas que ao buscar o pólen ou néctar poderiam fazer com que este caia sobre o estigma da própria

flor. Na área de estudo também são encontrados outras três espécies do gênero *Tillandsia*, *T. loliaceae*, *T. recurvifolia* e *T. vernicosa*, as quais compartilham um grupo de polinizadores semelhantes e com algumas sobreposições nos períodos de floração (dados não publicados), o que pode acarretar em uma competição por polinizadores, afetando o sucesso reprodutivo (Bell et al. 2005). Além disso, a competição por polinizadores pode favorecer a evolução de uma espécie autoincompatível para autocompatível, assim como na espécie estudada (Levin 1985, Fishman & Wyatt 1999, Matallana et al. 2010) e ser uma das causas para a baixa eficiência reprodutiva. Entretanto, o compartilhamento de polinizadores pode ser benéfico quando as espécies atraem e mantêm populações de polinizadores se comparado com populações isoladas (Moeller 2004, Sargent & Ackerly 2008). A autocompatibilidade tem se mostrado mais comum e frequente que sistemas de autoincompatibilidade em Bromeliaceae, sendo observada em vários gêneros desta família (Matallana et al. 2010, Zanella et al. 2012).

Dentro da subfamília Tillandsioideae muitas espécies apresentam predominantemente sistema de reprodução autocompatível (Ramírez-Morrillo et al. 2004, Cascante-Marín et al. 2006, Matallana et al. 2010). O fato de *T. duratii* ser autocompatível e autofértil pode ser explicado com base na hipótese da garantia de reprodução onde a autofecundação pode ser vantajosa quando há poucos indivíduos para reprodução cruzada, baixa densidade populacional ou deficiência no serviço dos polinizadores (Jain 1976, Holsinger 2000, Charlesworth 2006). Entretanto, até o momento, não se pode definir quais destes fatores seria o principal responsável.

Outros fatores também podem levar a autofecundação, como por exemplo, a baixa sincronia no começo e fim da floração e áreas fragmentadas que podem ocasionar uma redução na população natural de polinizadores e limitar a atividade destes (Cascante-Marín et al. 2005). Essa possibilidade de produzir sementes por

autofecundação aumentaria a sobrevivência através da dispersão e germinação (Cascante-Marín et al. 2005). Porém, aumentar a autofecundação sob estes fatores pode reduzir as chances das plântulas de germinarem e se estabelecerem (Oostermeijer et al. 1994) devido ao efeito do endocruzamento.

Onde estão os resultados e discussão da fenologia??? Também não há nenhuma figura, gráfico ou tabela sobre isso. No e-mail você disse que havia incluído.

Tillandsia duratii é autocompatível autofértil. Além disso, a espécie apresentou um índice de eficácia reprodutiva moderado, indicando uma deficiência no serviço de polinização que pode ser consequência de competição, uma vez que a espécie compartilha polinizadores com outras três espécies do mesmo gênero na área. Diversos fatores podem levar a espécie a se tornar autocompatível e realizar autofecundação para aumentar a sobrevivência, porém, com a desvantagem de diminuir as chances de germinação e estabelecimento por causa do endocruzamento, sendo necessários testes de germinação para comprovar estas desvantagens em *T. duratii*.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor e apoio financeiro através do “Plano Nacional de Apoio e Desenvolvimento à Botânica”. Ao Sr. Sérgio David de Oliveira, proprietário da Fazenda Retiro Conceição, por permitir a coleta de dados na área de estudo chaquenha, e ao Sr. João Roberto Fabri, por dirigir sem cobrar nada, além da ajuda nas coletas.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDON, M.M. & SILVA, J.V.S. 2006. Fisionomias da vegetação nas sub-regiões do Pantanal Brasileiro. São José dos Campos: INPE, Campinas: Embrapa Informática Agropecuária.
- ALVES, E.S., MOURA, B.B. & DOMINGOS, M. 2008. Structural Analysis of *Tillandsia usneoides* L. Exposed to Air Pollutants in São Paulo City–Brazil. *Water Air Soil Pollut.* 189:61–68.
- BELL, J.M., KARRON, J.D., & MITCHELL, R.J. 2005. Interspecific competition for pollination lowers seed production and outcrossing in *Mimulus ringens*. *Ecology* 86(3):762-771.
- BENZING, D.H. 2000 Bromeliaceae: Profile of an adaptative radiation. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- BODANESE-ZANETTINI, M.H. & CAVALLI, S.S. 2003. Variabilidade genética em função do modo de reprodução. In *Genética e Evolução Vegetal* (L.B. Freitas, & F. Bered, Eds.). 1ª ed. Editora UFRGS. Porto Alegre, p.177-188.
- BULLOCK, S.H. 1985. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest. *Biotropica* 17:287-301.
- CANELA, M.B.F. & SAZIMA, M. 2003. *Aechmea pectinata*: a hummingbird–dependent bromeliad with inconspicuous flowers from the rainforest in south–eastern Brazil. *Ann. Bot.* 92(5):731-737.
- CANELA, M.B.F. & SAZIMA, M. 2005. The Pollination of *Bromelia antiacantha* (Bromeliaceae) in Southeastern Brazil: Ornithophilous versus Melittophilous Features. *Plant Biol.* 7:1-6.

- CASCANTE-MARÍN, A., OOSTERMEIJER, J.G.B., WOLF, J.H. & NIJS, J.C.M. 2005. Reproductive biology of the epiphytic bromeliad *Werauhia gladioliflora* in a premontane tropical forest. *Plant Biol.* 7(2):203-209.
- CHARLESWORTH, D. 2006. Evolution of plant breeding systems. *Curr. Biol.* 16(17): 726-735.
- FIGUEIREDO, A.M.G., NOGUEIRA, C.A., SAIKI M., MILIAN, F.M. & DOMINGOS, M. 2007. Assessment of atmospheric metallic pollution in the metropolitan region of São Paulo, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as biomonitor. *Environ. Pollut.* 145:279-292.
- FISHMAN, L., & WYATT, R. 1999. Pollinator-mediated competition, reproductive character displacement, and the evolution of selfing in *Arenaria uniflora* (Caryophyllaceae). *Evolution* 1723-1733.
- FORZZA, R.C., COSTA, A., SIQUEIRA FILHO, J.A., MARTINELLI, G., MONTEIRO, R.F., SANTOS-SILVA, F., SARAIVA, D. P., PAIXÃO-SOUZA, B., LOUZADA, R.B. & VERSIEUX, L. 2014. Bromeliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB27707>>. Acesso em: 11 Fev. 2014
- GE, X.J. & SUN, M. 1999. Reproductive biology and genetic diversity of a cryptoviviparous mangrove *Aegiceras corniculatum* (Myrsinaceae) using allozyme and intersimple sequence repeat (ISSR) analysis. *Mol. Ecol.* 8:2061-2069.
- GILMARTIN, A.J. & BROWN, G.K. 1985. Cleistogamy in *Tillandsia capillaris* (Bromeliaceae). *Biotropica* 17:256-259.

- GIVNISH, T.J, BARFUSS, M.H.J., EE, B.V., RIINA, R., SCHULTE, K., HORRES, R., GONSISKA, P.A., JABAILY, R.S., CRAYN, D.M., SMITH, J.A.C., WINTER, K., BROWN, G.K., EVANS, T.M., HOLST, B.K., LUTHER, H., TILL, W., ZIZKA, G., BERRY, P.E., SYTSMA, K.J. 2011. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny. *Am. J. Bot.* 98(5):872–895.
- HIETZ, P., WINKLER, M., CRUZ-PAREDES, L. & JIMÉNEZ-AGUILAR, A. 2006. Breeding systems, fruit set, and flowering phenology of epiphytic bromeliads and orchids in a Mexican humid montane forest. *Selbyana* 27:156–164.
- HOLSINGER, K.E. 2000. Reproductive systems and evolution in vascular plants. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97(13):7037-7042.
- IGIC, B., LANDE, R., & KOHN, J. R. 2008. Loss of self-incompatibility and its evolutionary consequences. *Int. J. Plant Sci.* 169(1):93-104.
- JACQUEMART, A.L. 1996. Selfing in *Nartheceum ossifragum* (Melianthaceae). *Plant Syst. Evol.* 203:99-110.
- JAIN, S. K., 1976. The evolution of inbreeding in plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7(1):469-495.
- KAEHLER, M., VARASSIN, I.G. & GOLDENBERG, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no estado do Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 28:219-228.
- KESSLER, M, & KRÖMER, T. 2000. Patterns and Ecological Correlates of Pollination Modes Among Bromeliad Communities of Andean Forests in Bolivia. *Plant Biol.* 2:659–669.
- LENZI, M. & ORTH, A. 2011. Visitantes florais de *Opuntia monacantha* (Cactaceae) em restingas de Florianópolis, SC, Brasil. *Acta Biol. Parana.* 40(1-4).

- LEVIN, D.A. 1985. Reproductive character displacement in *Phlox*. *Evolution* (USA).
- LLOYD, D.G. & SHOEN, D.J. 1992. Self-and cross-fertilization in plants. I. Functional dimensions. *Int. J. Plant Sci.* 153:358-369.
- LUTHER, H. 2008. An alphabetical list of bromeliad binomials, 11 ed. Bromeliad Society International, Florida.
- MACHADO, C.G. & SEMIR, J. 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Rev. Bras. Bot.* 29(1):163-174.
- MATALLANA, G., GODINHO, M.A.S., GUILHERME, F.A.G., BELISARIO, M., COSER, T.S. & WENDT, T. 2010. Breeding systems of Bromeliaceae species: evolution of selfing in the context of sympatric occurrence. *Plant Syst. Evol.* 289:57-65.
- MARTINELLI, G. 1997. Biologia reprodutiva de Bromeliaceae na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In *Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica* (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Rio de Janeiro: IP/JBRJ, p. 213-250.
- MOELLER, D.A. 2004. Facilitative interactions among plants via shared pollinators. *Ecology* 85(12):3289-3301.
- MURAWSKI, D.A. & HAMIRICK, J.L. 1990. Local genetic and clonal structure in the tropical terrestrial bromeliad, *Aechmea magdalenae*. *Am. J. Bot.* 77(9):1201-1208.
- OLIVEIRA, P.E. & GIBBS, P.E. 2000. Reproductive biology of Woody plants in a cerrado community. *Flora* 195:311-329.

- OOSTERMEIJER, J.G.B., VAN EIJCK, M.W. & DEN NIJS, J.C.M. 1994. Offspring fitness in relation to population size and genetic variation in the rare perennial plant species *Gentiana pneumonanthe* (Gentianaceae). *Oecologia* 97(3):289-296.
- PAGGI, G.M. PALMA-SILVA, C., SILVEIRA, L.C., KALTCHUK-SANTOS, E., BODANESE-ZANETTINI, M.H. & BERED, F. 2007. Fertility of *Vriesea gigantea* Gaud. (Bromeliaceae), in Southern Brazil. *Am. J. Bot.* 94(4):683-689.
- PAGGI, G.M., SILVEIRA, L.C.T., ZANELLA, C.M., BRUXEL, M., BERED, F., KALTCHUK-SANTOS, E. & PALMA-SILVA, C. 2013. Reproductive system and fitness of *Vriesea friburgensis*, a self-sterile bromeliad species. *Plant Spec. Biol.* 28(3):169-176.
- PENNINGTON, R.T., PRADO, D.E. & PENDRY, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *J. Biogeogr.* 27:261-273.
- PIACENTINI, V.Q. & VARASSIN, I.G. 2007. Interaction network and the relationships between bromeliads and hummingbirds in an area of secondary Atlantic rain forest in Southern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 23:663-671.
- PRADO, D.E. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. *Candollea* 48:145-172.
- PRADO, D.E., GIBBS, P.E., POTT, A. & POTT, V.J. 1992. The Chaco - Pantanal transition in southern Mato Grosso, Brazil. In *Nature and dynamics of forest – savanna boundaries* (P.A. Furley, J. Proctor, J.A. Ratter, eds.). Chapman & Hill, London, p. 451-470.
- RAMÍREZ, N. & BRITO, Y. 1990. Reproductive biology of tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. *Am. J. Bot.* 77: 1260-1271.

- RAMIREZ MORILLO, I.M., CHI MAY, F., CARNEVALI, G. & MAY PAT, F. 2009. It takes two to tango: self incompatibility in the bromeliad *Tillandsia streptophylla* (Bromeliaceae) in Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 57(3):761-770.
- RITLAND, K. & JAIN, S. 1981. A model for the estimation of outcrossing rate and gene frequencies using n independent loci. *Heredity* 47:35-52.
- RODRIGUEZ, J.H., WELLER, S.B., WANNAZ, E.D., KLUMPP, A. & PIGNATA, M.L. 2011. Air quality biomonitoring in agricultural areas nearby to urban and industrial emission sources in Córdoba province, Argentina, employing the bioindicator *Tillandsia capillaries*. *Ecol. Indic.* 11:1673–1680.
- SAMPAIO, J.A.T., PAGGI, G.M., ZANELLA, C.M., BRUXEL, M., PALMA-SILVA, C., GOETZE, M., BÜTTOW, M.V. & BERED, F. 2012. Inbreeding depression in *Vriesea gigantea*, a perennial bromeliad from Southern Brazil. *Bot. J. Linn. Soc.* 169:312–319.
- SARGENT, R.D. & ACKERLY, D.D. 2008. Plant-pollinator interactions and the assembly of plant communities. *Trends Ecol. Evol.* 23:123-130
- SAZIMA, M., BUZATO, S. & SAZIMA, I. 1995. Bat pollination of *Vriesea* in Southeastern Brazil. *Bromelia* 2:29-37.
- SAZIMA, M., BUZATO, S. & SAZIMA, I. 1999. Bat-pollinated lower assemblages and bat visitors at two Atlantic Forest Sites in Brazil. *Ann. Bot.* 83(6):705-712.
- SILVA, J.S.V. & ABDON, M.M. 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. *Pesq. Agropec. Bras.* 33:1703-1711.
- SILVA, N.N.F. & GOMES, J.M.L. 2003. Bromeliaceae do Sítio Morro do Céu, Serra (ES). *Nat. on line* 1:1-11.

- SIQUEIRA FILHO, J.A. & MACHADO, I.C.S. 2001. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescente da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 15(3):427-443.
- SMITH, L.B. & DOWNS, R.J. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Fl. Neotrop. Monogr.* 14(2):663-1492.
- SUTTON, K.T., COHEN, R.A. & VIVES, S.P. 2014. Evaluating relationships between mercury concentrations in air and in Spanish moss (*Tillandsia usneoides* L.). *Ecol. Indic.* 36:392–399.
- WENDT, T., CANELA, M.B.F., KLEIN, D.E. & RIOS, R.I. 2002. Selfing facilitates reproductive isolation among three sympatric species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *Plant Syst. Evol.* 232(3-4):201-212.
- WONG, K.C. & SUN, M. 1999. Reproductive biology and conservation genetics of *Goodyera procera* (Orchidaceae). *Am. J. Bot.* 86(10):1406-1413.
- ZANELLA, C.M., JANKE, A., PALMA-SILVA, C., KALTCHUK-SANTOS, E., PINHEIRO, F.G., PAGGI, G.M., SOARES, L.E.S., GOETZE, M., BÜTTOW, M.V. & BERED, F. 2012. Genetics, Evolution, and Conservation of Bromeliaceae. *Genet. Mol. Biol.* 35(4):1020–1026.
- ZAPATA, T.R. & ARROYO, M.T.K. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10:221-230.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. *Tillandsia duratii*. Aspecto geral do posicionamento do pistilo em relação aos estames.

Tabela 1. Resultados dos tratamentos de polinização manual, mostrando o número de plantas por tratamento, número de flores, número de frutos formados e a porcentagem média e desvio padrão (DP) de frutos formados nos diferentes tratamentos de polinização.

Tratamentos	Nº de plantas	Nº de flores	Nº de frutos	% de frutos (\pmDP)*[§]
Agamospermia (AG)	6	18	0	0 (\pm 0) a
Autopolinização manual (AM)	6	30	16	53 (\pm 50,9) bc
Autopolinização espontânea (AE)	8	48	12	25 (\pm 43,8) ab
Polinização cruzada manual (PM)	6	30	23	76,7 (\pm 43) c
Controle (C)	14	362	154	42,4 (\pm 7,4) bc

* AMOVA ($F_{(4)} = 12,7711$; $p < 0,0001$).

[§] a, b, c – Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey (5%).

Figura 1.



NORMAS PARA SUBMISSÃO

Instruções aos Autores

Duas cópias iguais do conjunto de arquivos, conforme especificados abaixo, contendo o trabalho devem ser enviados eletronicamente, em CD, zip-disk 100 ou disquete, ao endereço abaixo:

revista BIOTA NEOTROPICA

Av. Dr. Romeu Tórtima, 388 - Barão Geraldo

CEP 13084-520

Campinas, SP

ou para o e-mail: biotaneotropica@cria.org.br

Os trabalhos que estejam de acordo com as normas serão enviados aos assessores científicos, indicados pela Comissão Editorial. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. Em caso de recomendação desfavorável por parte de um assessor, será usualmente pedida a opinião de um outro. A aceitação dos trabalhos depende da decisão da Comissão Editorial. Ao submeter o manuscrito, defina em que categoria (Artigo, Short Communication, etc...) deseja publicá-lo. O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pela Comissão Editorial, quanto ao mérito científico e conformidade com as normas aqui estabelecidas.

Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias, exceto quando explicitamente informado.

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior) ou, preferencialmente, em formato RTF (Rich Text Format). Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal. Todos os trabalhos terão sua formatação gráfica refeita, de acordo com padrões pré-estabelecidos pela Comissão Editorial para cada categoria, antes de serem publicados. As imagens e tabelas pertencentes ao trabalho serão inseridas no texto final, a critério dos Editores, de acordo com os padrões previamente estabelecidos. Os editores se reservam o direito de incluir links eletrônicos apenas às referências internas a figuras e tabelas citadas no texto, assim como a inclusão de um índice (table of contents), quando julgarem apropriado. O trabalho em sua formatação final será apresentado ao autor para que seja aprovado para publicação. Fica reservado ainda aos editores, o direito de utilização das imagens do documento para a composição gráfica do site.

Editorial

Para cada volume da BIOTA NEOTROPICA, o Editor Chefe convidará um(a) pesquisador(a) para escrever um Editorial abordando tópicos relevantes, tanto do ponto de vista científico, como do ponto de vista de formulação de políticas de conservação e uso sustentável da biodiversidade. O Editorial, com no máximo 3000

palavras, deverá ser escrito em português ou espanhol e em inglês. As opiniões nele expressas são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Pontos de Vista

Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica do tema de capa do respectivo volume. A convite do Editor Chefe um(a) pesquisador(a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. A critério da Comissão Editorial a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores(as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Resumos de Teses e Dissertações

Deverão ser enviados para a Comissão Editorial:

- Nomes completos do autor e orientador com filiação, endereço e e-mail;
- Cópia do resumo da tese/dissertação em inglês e em português ou espanhol exatamente como aprovado para a versão final da mesma;
- Títulos em inglês e em português ou espanhol;
- Palavras-chave em inglês e em português ou espanhol;
- Cópia da Ficha Catalográfica como publicada na versão final da tese/dissertação;
- Poderão ser indicadas as referências bibliográficas de artigos resultantes da tese/dissertação.

Para a publicação de trabalhos nas demais categorias:

Os trabalhos submetidos à revista BIOTA NEOTROPICA devem, obrigatoriamente, ser subdivididos em um conjunto específico de arquivos, com os nomes abaixo especificados, de acordo com seus conteúdos. Os nomes dos arquivos deverão ter a extensão apropriada para o tipo de formato utilizado, ou seja, .rtf, para arquivos em RichText Format, .doc para MS-Word, .gif para imagens em GIF, .jpg para imagens em jpeg etc, devem ser escritos em letras minúsculas e não devem apresentar hífen, espaços ou qualquer caracter extra.

Em todos os textos deve ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos e subtítulos podem ser utilizados tamanhos 11 ou 12, conforme o caso. Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e superscritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais, podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings. A utilização dessas fontes deverá ser feita apenas em casos especiais. (ver ítem fórmulas abaixo)

Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Apenas um nível de numeração será permitida em parágrafos, assim como, será permitido apenas um nível de itemização. Os títulos e sub-títulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. 1.

Introdução; 1.1 sub-título; 1.1.1 sub-sub-título).

Documento principal

O corpo principal do trabalho, os títulos, resumos e palavras-chave em português ou espanhol e inglês, e referências bibliográficas, devem estar contidos em um único arquivo chamado principal.rtf ou principal.doc. Esse arquivo não deve conter tabelas ou figuras, que deverão estar em arquivos separados, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

1. Título e Autores
 - Título conciso e informativo;
 - Título resumido
 - nome completo dos autores; filiações e endereços completos com links eletrônicos para as instituições, indicando o autor para correspondência e respectivo email.
2. Resumos
3. Os resumos devem conter, no máximo, 1500 palavras.
 - Título em inglês
 - Resumo em inglês
 - Palavras-chave em inglês
 - Título em português ou espanhol
 - Resumo em português ou espanhol
 - Palavras-chave em português ou espanhol
4. Corpo do Trabalho

No caso do trabalho estar nas categorias "Artigo Científico", "Short Communications", "Inventários" e "Chaves de Identificação" deverá ter a seguinte estrutura:

 - Introdução
 - Material e Métodos
 - Resultados
 - Discussão
 - Agradecimentos
 - Referências bibliográficas.

A critério do autor, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos.

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc, devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas.

No caso da categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente.

No caso de referência a material coletado é obrigatória a citação das coordenadas geográficas do local de coleta. A citação deve ser feita em graus, minutos e segundos. Ex. 24N 32'75". Nos casos de referências a espécies ameaçadas, deve-se especificar apenas graus e minutos.

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão: Silva

(1960) ou (Silva 1960); Silva (1960, 1973); Silva (1960a, b); Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979); Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990); (Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araujo et al. 1996, Lima 1997). Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

Citar números e unidades da seguinte forma: escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades. Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos escritos em inglês (10.5 m). Utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos); utilizar abreviações sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

5. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

1. SMITH, P.M. 1976. The chemotaxonomy of plants. Edward Arnold, London.
2. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. Statistical Methods. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.
3. SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In Plant tissue and cell culture (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.
4. BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In Flora Brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.
5. MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In Simpósio sobre mata ciliar (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.
6. FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. Ann. Bot. 40:1057-1065.
7. STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals".

Para citação dos trabalhos publicados na Biota Neotropica

Exemplo: PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A. M. 2003. Alometria de plântulas e

Todos os trabalhos publicados na Biota Neotropica têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (005 no exemplo acima), o número do volume (03), o número do fascículo (02) e o ano (2003).

Tabelas

Cada tabela deve ser enviada em arquivo separado. Cada arquivo deve ser denominado como tabelaN.EXT, onde N é o número da tabela e EXT é a extensão, de acordo com o formato utilizado, ou seja, doc para tabelas produzidas em formato MS-Word, rtf para as produzidas em Rich Text Format, ou xls, para as produzidas em MS-Excel. Esses são os três únicos formatos aceitos. Assim, o arquivo contendo a tabela 1, que esteja em formato MS-Excel, deve se chamar tabela1.xls. Evitar abreviações, exceto para unidades. Cada tabela deve ter seu título anexado em sua parte superior.

Figuras

Cada figura deve ser enviada em arquivo separado. Cada arquivo deve ser denominado como figuraN.EXT, onde N é o número da figura e EXT é a extensão, de acordo com o formato da figura, ou seja, jpg para imagens em JPEG, gif para imagens em formato gif, tif para imagens em formato TIFF, bmp para imagens em formato BMP. Assim, o arquivo contendo a figura 1, cujo formato é tif, deve se chamar figura1.tif. Aconselha-se o uso de formatos JPEG e TIFF para fotografias e GIF ou BMP para gráficos. Outros formatos de imagens poderão também ser aceitos, sob consulta prévia. As imagens devem ser enviadas na melhor resolução possível. Imagens com resolução menor que 300 dpi podem comprometer a qualidade final do trabalho, quando impresso pelo usuário final. O tamanho da imagem deve, sempre que possível, ter uma proporção de 3x2 ou 2x3 entre a largura e altura. Os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser enviadas, cada parte, em arquivos separados identificados por letras. Ex. figura1a.gif, figura2a.gif etc. Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio (veja abaixo). É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado.

Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex. $a = \square r^2$ ou Na_2HPO_4 , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as

regras estabelecidas para figuras.

Legendas

Deve ser enviado um arquivo chamado legenda.doc ou legenda.rtf, dependendo do formato utilizado, contendo as legendas de todas as figuras. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes. Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

Arquivo de conteúdo

Juntamente com os arquivos que compõem o artigo, descritos acima, deve ser enviado um arquivo denominado indice.doc ou indice.rtf, que contém a relação dos nomes de todos os arquivos que fazem parte do documento, especificado um por linha.

Para citação dos trabalhos publicados na Biota Neotropica

Exemplo: PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A. M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. Biota Neotropica 3(2):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003>

O endereço eletrônico específico de cada artigo deve ser indicado na referência, esse endereço se encontra em todos os artigos logo abaixo dos títulos.

DISCUSSÃO GERAL

As duas comunidades estudadas apresentaram pico de frutificação na estação chuvosa, como observado na Mata Atlântica (Araújo et al. 1994) e na Caatinga (Lima 2007). Espécies anemocóricas tiveram maior proporção de frutos na estação seca, enquanto que espécies zoocóricas apresentaram pico de frutificação na estação chuvosa, padrão semelhante encontrado em uma comunidade de herbáceas e lenhosas de Cerrado (Batalha e Mantovani 2000) e em uma floresta decídua na Venezuela (Wikander 1984). A dispersão pelo vento ocorrendo no final da estação seca também foi observada na comunidade do Chaco, onde o pico de frutificação ocorreu no início da estação seca, mas frutos maduros dispersando sementes também foram observados no fim da estação seca e início da chuvosa, quando a velocidade dos ventos é maior e a disponibilidade da água para germinação das sementes aumenta (Oliveira 2008).

Devido ao clima chaquenho apresentar sazonalidade nas chuvas, esperava-se uma correlação entre a precipitação com as fenofases reprodutivas, já que alguns estudos sugerem que as primeiras chuvas podem servir como sinalizador para a floração de diversas espécies tropicais arbóreas (Opler et al. 1976; Borchert et al. 2004) e influenciar o padrão de floração das comunidades (Morellato et al. 1989). Porém, as variáveis que mais influenciaram a floração e frutificação foram a temperatura e o fotoperíodo. Ambas variáveis influenciaram positivamente em uma floresta de planície litorânea a floração de uma comunidade de arbóreas (Talora & Morelato 2000). Outra variável que influenciou as espécies epífitas e anemocóricas foi a umidade relativa do ar, sendo que ocorreram correlações negativas (uma significativa e as outras duas não significativas), mostrando que espécies anemocóricas evoluíram para dispersar suas sementes nesta estação, quando a velocidade e intensidade do vento são maiores e a baixa umidade favorece a dispersão dos diásporos (Pezzini et al. 2008).

A fenologia reprodutiva também pode ser afetada pela fragmentação do hábitat (Ferreira & Consolaro 2013). Um estudo no Chaco Serrano, na Argentina, mostrou que comunidades fragmentadas possuem um decréscimo de 20% nas médias de polinização e produção de sementes em relação a comunidades de florestas contínuas (Aizen & Feisinger 1994). A criação de gado no Chaco também gera problemas, pois diminui o recrutamento de plantas por causa do pisoteio de plântulas, tornando-se um problema de conservação grave em curto prazo (Aizen & Feisinger 1994). Porém, para comprovar os efeitos negativos da fragmentação na área de estudo e no Chaco brasileiro, em geral, são necessários mais estudos.

Já o estudo da biologia reprodutiva de *Tillandsia duratii* mostrou que a espécie é autocompatível (Ramírez e Brito 1990) e autofértil (Lloyd & Shoen 1992), apesar do índice de fertilidade ter sido baixo (Capítulo III). A porcentagem de frutos formados em condições naturais foi menor que a porcentagem de frutos formados na polinização cruzada manual, resultando num índice de eficácia reprodutiva de 0,55 (*sensu* Zapata & Arroyo 1978). Esse índice considerado moderado em *T. duratii* serve como um indicativo de eficiência dos polinizadores (Zapata & Arroyo 1978) e pode ser considerado provavelmente um dos motivos para a planta ser autocompatível, levando em consideração que a eficiência dos polinizadores não é alta. Além disso, as anteras ficam acima do estigma e as pétalas formam um tubo, facilitando a autopolinização (Capítulo III, Figura 1A). Outro fato que pode favorecer uma espécie a se tornar autocompatível é a competição por polinizadores (Levin 1985, Fishman & Wyatt 1999, Matallana et al. 2010), podendo ser uma das causas da baixa eficiência reprodutiva, já que na área de estudo ocorrem outras três espécies do gênero *Tillandsia*, ocorrendo algumas sobreposições nos períodos de floração entre elas (dados não publicados), e, ainda compartilham grupo de polinizadores semelhantes (observação pessoal, Anexo I).

A competição por polinizadores pode afetar o sucesso reprodutivo (Bell et al. 2005). Para aumentar a sobrevivência, uma espécie pode se tornar autocompatível realizando autofertilização, mas diminuindo as chances da semente germinar e se estabelecer por causa do endocruzamento, tornando-se necessários mais testes que corroborem estas hipóteses em *T. duratii*.

O Chaco brasileiro ocorre somente em Porto Murtinho – MS e possui uma área de 9.000 km², porém, vem sofrendo com o desmatamento nos últimos anos para criação de pastagem cultivada, perdendo mais de 1.711,1 km² (Silva et al. 2008). O Chaco (savana estépica) é conhecido pela grande biodiversidade e endemismo, porém, no Brasil, além de ser pouco conhecido, não existem muitas áreas preservadas tornando-se necessário a criação de áreas de proteção que englobem todas as suas fitofisionomias, que vão desde gramíneo-lenhosa até floresta (Pott & Pott 1989, Silva et al. 2008). Dados fenológicos geram informações importantes para subsidiar a recuperação de áreas degradadas e para a gestão de unidades de conservação. A biologia reprodutiva também fornece informações importantes para a criação de estratégias de conservação e manejo de uma espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aizen, M.A., Feinsinger, P., 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75(2), 330-351.
- Araújo, A.C., Fischer, E.A., Sazima, M., 1994. Floração sequencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região de Juréia, sudeste do Brasil. Sequential flowering and pollination of three species of *Vriesea* (Bromeliaceae) at Juréia, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 17(2), 113-118.

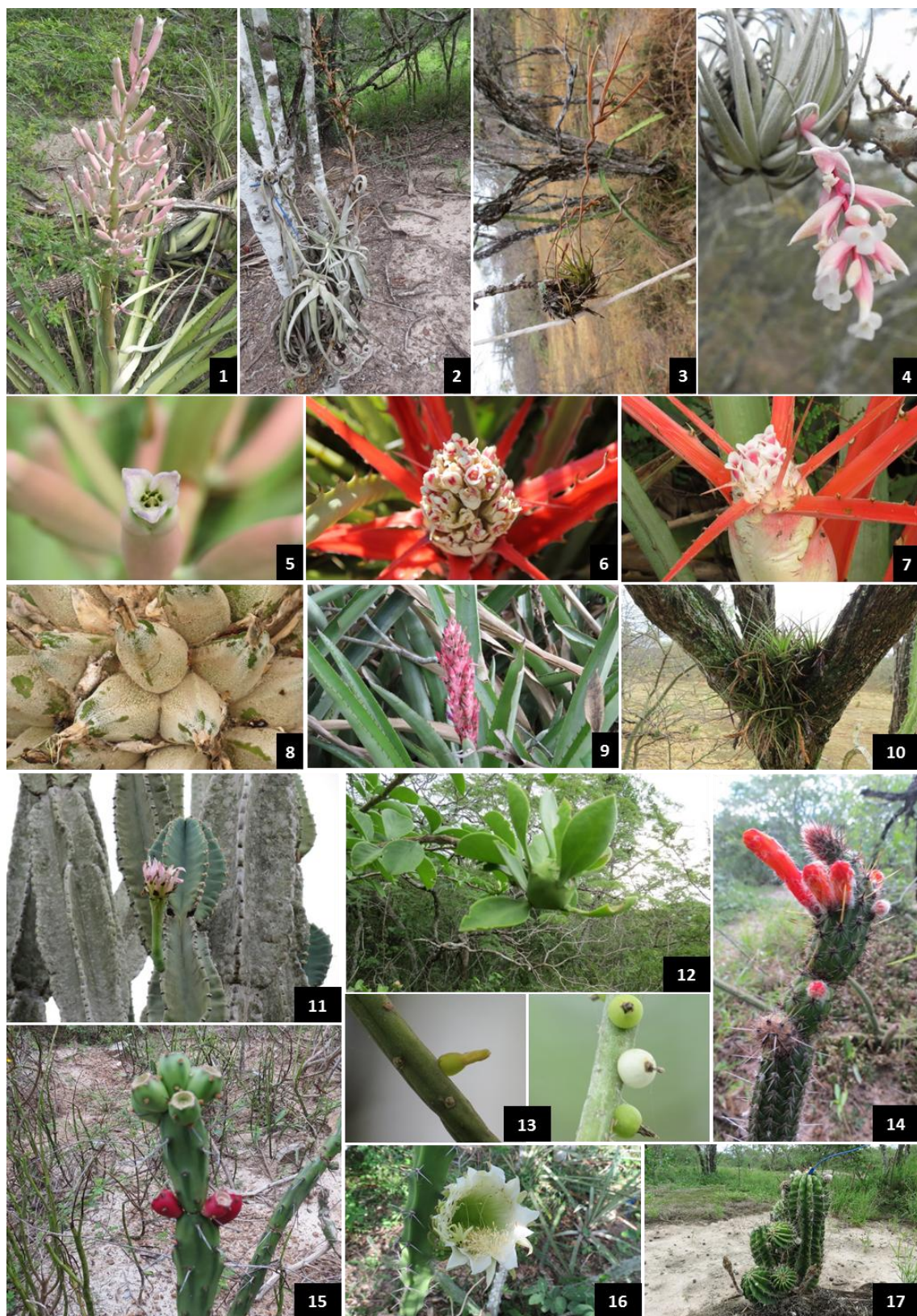
- Batalha, M.A., Mantovani, W., 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve (Santa Rita do Passo Quatro SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Rev. Bras. Biol.* 60, 129-145.
- Bell, J.M., Karron, J.D., Mitchell, R.J., 2005. Interspecific competition for pollination lowers seed production and outcrossing in *Mimulus ringens*. *Ecology* 86(3), 762-771.
- Borchert, R., Meyer, S.A., Felger, R.S., Porter-Bolland, L., 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. *Global Ecol. Biogeogr.* 13, 409-425.
- Ferreira, M.C., Consolaro, H., 2013. Phenology and pollination and dispersal syndromes of understory species in an urban forest remnant in central Brazil. *Biosci. J.* 29, 1708-1720.
- Fishman, L., Wyatt, R., 1999. Pollinator-mediated competition, reproductive character displacement, and the evolution of selfing in *Arenaria uniflora* (Caryophyllaceae). *Evolution* 1723-1733.
- Levin, D.A., 1985. Reproductive character displacement in Phlox. *Evolution (USA)*.
- Lima, A.L.A., 2007. Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do Nordeste brasileiro. 84 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Lloyd, D.G., Shoen, D.J., 1992. Self-and cross-fertilization in plants. I. Functional dimensions. *Int. J. Plant Sci.* 153, 358-369.
- Matallana, G., Godinho, M.A.S., Guilherme, F.A.G., Belisario, M., Coser, T.S., Wendt, T., 2010. Breeding systems of Bromeliaceae species: evolution of selfing in the context of sympatric occurrence. *Plant Syst. Evol.* 289:57-65.

- Morellato, L.P.C., Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.D., Joly, C.A., 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Rev. Bras. Bot.* 12, 85-98.
- Oliveira, P.E., 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado, in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora*. EMBRAPA, Brasília, pp. 275-290
- Opler, P.A., Frankie, G.M., Baker, H.G., 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and sincronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeogr.* 3, 231-236.
- Pezzini, F.F., Brandão, D., Ranieri, B.D., Espírito-Santo, M.M., Jacobi, C.M., Fernandes, G.W., 2008. Polinização, dispersão de sementes e fenologia de espécies arbóreas no Parque Estadual da Mata Seca. *MG-Biota* 1, 37-45.
- Pott, V., Pott, A., 1989. Flora de uma área de influencia de Chaco no Pantanal, em Jacadigo, Corumbá, MS. 1. Lista preliminar. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 40, Cuiabá: Sociedade Botânica do Brasil, p. 176.
- Ramírez, N., Brito, Y., 1990. Reproductive biology of tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. *Am. J. Bot.* 77, 1260-1271.
- Silva, M.P., Mauro, R.A., Abdon, M., Silva, J.S.V., 2008. Estado de conservação do chaco (savanna estépica) brasileiro. *Simpósio Internacional Cerrado: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Brasília, DF. Parlamundi, 6p.
- Talora, D.C., Morellato, L.P.C., 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 23, 13-26.

Wikander, T., 1984. Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decidua en Venezuela. *Biotropica* 276-283.

Zapata, T.R., Arroyo, M.T.K., 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10, 221-230.

ANEXO I



Anexo I. 1 e 5 – *Bromelia hieronymi*; 2 – *Tillandsia duratti*; 3 – *Tillandsia loliaceae*; 4 – *Tillandsia recurvifolia*; 6 e 8 – *Bromelia balansae*; 7 – *Bromelia serra*; 9 – *Aechmea distichantha*; 10 – *Tillandsia vernicosa*; 11 – *Cereus hildmannianus*; 12 – *Pereskia sacharosa*; 13 – *Rhipsalis* cf. *bacifera*; 14 – *Cleistocactus baumannii*; 15 – *Opuntia anacantha*; 16 – *Harrisia balansae*; 17 – *Echinopsis rhodotricha*.