

# Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana

*Reproductive biology of erva-mate (Ilex paraguariensis A. St. Hil.) in a remnant of High Montane Mixed Ombrophilous Forest*

Edicléa Zulian Pires<sup>1\*</sup>, Lilian Iara Bet Stedille<sup>2</sup>, Sara Machado<sup>2</sup>, Adelar Mantovani<sup>2</sup>, Roseli Lopes da Costa Bortoluzzi<sup>2</sup>

Recebido em 18/02/2013, aprovado em 04/07/2014.

## RESUMO

Informações sobre a biologia reprodutiva de espécies são fundamentais para orientar planos de uso e conservação de recursos florestais. Desta forma, aspectos da biologia floral, visitantes florais e desenvolvimento do fruto de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. foram estudados em uma área da Floresta Ombrófila Mista (Fazenda das Nascentes) no município de Urupema, SC. Para este estudo foram acompanhados 161 indivíduos adultos de erva-mate (86 masculinos e 75 femininos) no período de agosto de 2011 a maio 2012. A fenologia reprodutiva apresentou amplitude de 100 dias, com pico de floração no mês de novembro e início da maturação dos frutos em maio. A floração desta espécie foi registrada nos períodos de menor precipitação e de temperatura média acima de 25°C. Os visitantes florais pertencentes às ordens Himenóptera, Coleóptera, Hemiptera e Díptera visitaram as flores durante o dia, no período das 08:30 as 18:00 h. O desenvolvimento dos frutos, com relação ao peso fresco aumentou de forma quadrática. Os resultados indicam a necessidade de um acompanhamento de indivíduos reprodutivos por maior tempo o que permitirá uma visão completa do ciclo reprodutivo da erva mate, para subsidiar estratégias de conservação e manejo adequado deste recurso nas formações florestais do Planalto Catarinense.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polinização, floração, frutificação, reprodução, planta dióica.

## SUMMARY

Information on the reproductive biology of species are key to planning land use guides and the conservation of forest resources. Thus, aspects of floral biology and breeding systems, flower visitors and the fruit development of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. were studied in an area of Mixed Ombrophylous Forest (Fazenda das Nascentes) in the city of Urupema, Santa Catarina state. For this study we monitored 161 individual adult erva mate (86 male and 75 female) plants during the period August 2011 to May 2012. The reproductive phenology showed 100 days, with peak flowering in the month of November and beginning of fruit ripening in May. The flowering of this species was recorded during periods of reduced precipitation and with an average temperature above 25°C. The flower visitors belonging to the orders Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera and Diptera visited the flowers during the day, during the period from 08:30 AM to 06:00 PM. The development of the fresh weight of the fruit increased quadratically. The results indicate the need for monitoring of reproductive individuals for a longer time which will allow more complete understanding of the reproductive cycle of yerba mate in

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro: Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil. Email: ediclea\_zulian@hotmail.com. \*Autora para correspondência.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Florestal - CAV/UEDESC.

order to subsidize conservation strategies and management of this resource in the forest formations of Catarinense Highlands.

**KEY WORDS:** Pollination, flowering, fruiting, breeding, dioecious plant.

## INTRODUÇÃO

A família Aquifoliaceae é representada pelo gênero *Ilex* composto por 63 espécies e quatro variedades, sendo 43 espécies endêmicas do Brasil (GROPPO, 2012). Deste gênero, *I. paraguariensis* é a mais importante, considerada ideal para exploração comercial (GILBERTI, 1995). Sua área de ocorrência abrange países da América do Sul, com área de dispersão que compreende a Bolívia, Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil perfazendo aproximadamente 540.000 Km<sup>2</sup> (OLIVEIRA e ROTTA, 1985). Nacionalmente, a espécie distribui-se por uma vasta área geográfica de dispersão natural que compreende as regiões Norte (Roraima, Pará, Amazonas, Acre, Rondônia), Nordeste (Pernambuco, Bahia), Centro-Oeste (Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul), Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro) e Sul (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) (GROPPO, 2012).

A erva-mate foi classificada pelo naturalista francês Auguste de Saint-Hilaire, durante viagens pelo sul do Brasil entre 1816-1822, destacando-se em seus estudos a “árvore-do-mate” planta usada, na época, para a elaboração da “erva do Paraguai” ou “mate” (MAZUCHOWSKI, 1991; DA CROCE e FLOSS, 1999).

Esta espécie é dióica, com inflorescências fasciculadas e pedunculadas, que nascem em ramos velhos e se inserem nas axilas foliares; as flores são díclinas (unissexuadas) com um dos sexos abortado, pediceladas, com o cálice e a corola tetrâmeros (EDWIN e REITZ, 1967). Suas folhas são alternas e simples, geralmente estipuladas, com margem irregular serrilhada ou dentada, no terço da base geralmente é lisa, com ápice obtuso (EMATER, 1991; GILBERTI,

1994). Seus frutos do tipo baga tem formato esférico, apresentando em média quatro sementes (BACKES, 2002).

A erva-mate possui uma grande importância social e cultural, pois integra um dos mais tradicionais sistemas agroflorestais, sendo uma das culturas que concorrem para a manutenção do pequeno produtor no meio rural (BERKAI e BRAGA, 2000).

Considerada uma das riquezas do sub-bosque da Floresta de Araucária, a erva-mate configura-se como grande potencial econômico, representando uma ótima opção para a condução do manejo sustentado da floresta, em uma perspectiva de uso múltiplo dos recursos naturais. Porém, seu manejo necessita de um controle em campo mais complexo, devido à heterogeneidade das condições ambientais quais podem reduzir sua capacidade autossustentável (OLIVEIRA et al., 2007).

Estudos relacionados à fenologia são fundamentais em qualquer plano de manejo florestal, tanto no uso racional do ambiente, como na manutenção da vida silvestre e outros recursos florestais (FOURNIER 1974). Os eventos reprodutivos são regulados pelas suas características endógenas associadas às variações do clima (RATHCKE e LACEY, 1985), além de uma série de fatores abióticos como pluviosidade, temperatura e comprimento do dia (ALMEIDA e ALVES, 2000; PEDRONI et. al., 2002; MANTOVANI et al, 2003), modos de dispersão e atividade de polinizadores e dispersores de sementes (VAN SCHAIK et al., 1993; FENNER 1998).

A fenologia ainda pode contribuir direta ou indiretamente no desenvolvimento e compreensão de várias pesquisas e trabalhos na área florestal, tornando-se fundamental para o conhecimento do ciclo de vida da espécie (SANTOS, 2007). Principalmente na determinação de estratégias de coleta de sementes e disponibilidade de frutos (MARIOT et al., 2003), bem como sobre o efeito da fragmentação nas populações naturais, o grau de erosão genética e os fatores determinantes da variabilidade.

Objetivou-se descrever a biologia reprodutiva e comportamento fenológico reprodutivo de *I. paraguariensis* sob condições de floresta secundária, por meio de análises qualitativas e quantitativas da dinâmica reprodutiva da espécie, buscando contribuir com informações que possam auxiliar a implementação de planos de manejo e conservação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido em fragmento florestal pertencente à Fazenda das Nascentes de propriedade da empresa Klabin S.A, localizada no município Urupema, SC, sendo a sede situada nas coordenadas geográficas 49°52'14"W e 27°54'34"S, com área total de 1.659,20 ha e altitude de 1.425 m. A área selecionada para este estudo passa por um processo de implantação de uma RPPN que a tornará uma Unidade de Conservação.

De acordo com o sistema de Köppen (1948), o município de Urupema tem um clima classificado como temperado úmido Cfb, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano. A classificação do solo para a região de Urupema inclui os tipos Nitossolo Háptico e Cambissolo Húmico, sendo desenvolvidos a partir de rochas basálticas (EMBRAPA, 1998).

### Obtenção e análise dos dados

#### Amostragem

Três parcelas permanentes de 100 x 50 m foram instaladas, sendo estas divididas em subunidades de 10 x 10 m para facilitar a localização e as avaliações dos indivíduos de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (erva-mate) na Fazenda das Nascentes. Todos os indivíduos das espécies presentes nas parcelas foram devidamente mapeados e etiquetados. Os indivíduos marcados foram avaliados quanto ao seu estágio de desenvolvimento, tendo sido considerados, em fase reprodutiva, os indivíduos com presença de botões florais, flores e/ou frutos.

A fenologia reprodutiva foi avaliada em 161

indivíduos, sendo 86 masculinos e 75 femininos encontrados dentro das unidades amostrais, registrando-se as fenofases de botões florais, flores abertas, frutos imaturos e frutos maduros. A avaliação fenológica foi realizada de acordo com o método de Fournier (1974), que consiste em avaliações a partir de notas de expressão da fenofase "0" a "4" em escala intervalar de 25%, permitindo estimar a porcentagem de intensidade da fenofase para a população. A avaliação fenológica foi realizada quinzenalmente de outubro de 2011 a maio de 2012, abrangendo o período reprodutivo, do início da emissão de botões florais até o amadurecimento dos frutos. A biologia floral foi descrita por meio de observações sistemáticas em dez indivíduos, sendo cinco masculinos e cinco femininos, durante a fase de floração. Para permitir as observações de biologia floral foram instalados andaimes metálicos de 4 a 6 m de altura ao lado de cada indivíduo.

As observações foram feitas periodicamente em 326 flores femininas e 360 flores masculinas para avaliar horário de abertura e longevidade das flores e funcionalidade do androceu e do gineceu. Foram ainda avaliadas as variáveis: comprimento do botão, comprimento do pedicelo, comprimento do pedúnculo e diâmetro do botão das 131 inflorescências femininas e 388 inflorescências masculinas e para as flores tanto femininas quanto masculinas foram anotadas as seguintes medidas: diâmetro da flor, do estigma e do ovário, número de flor/axila floral, número de estames/flor, diâmetro dos frutos.

A emissão de odor foi verificada em campo em seis indivíduos (três femininos e três masculinos), sendo avaliadas 40 flores de cada indivíduo, por meio do olfato em diferentes períodos do dia para avaliar a emissão ou não de odor. Após a coleta, as flores foram armazenadas dentro de frascos esterilizados para, em seguida, proceder à verificação de emissão de odor.

A receptividade do estigma foi verificada nas flores (n=20) de cinco plantas distintas usando peróxido de hidrogênio a 10% em diferentes períodos, como proposto por Galene Plowringht (1977), sendo considerado receptivo o estigma

que apresentava reação de efervescência, observado com o auxílio de uma lupa de bolso (DAFNI 1992; KEARNS e INOUE 1993).

O comportamento dos visitantes florais foi estudado por meio de observação visual, registrando o recurso procurado, frequência e modo de explorar as flores e ainda o horário de maior concentração das visitas, em um grupo de 10 indivíduos (cinco femininos e cinco masculinos), complementados pelas coletas de um exemplar em álcool 70% e fotografias obtidas em campo. As observações foram feitas em sete dias diferentes ao longo do estudo, no período das 06:00 as 20:00 h, totalizando 40 horas de observação. O desenvolvimento de frutos foi avaliado selecionando ao acaso cinco plantas de cada unidade amostral das quais foram colhidos, semanalmente, 20 frutos. Após a coleta dos frutos, os mesmos foram transportados para o Laboratório de Ecologia Florestal do CAV/ UDESC para obtenção do peso fresco (g), determinado pela pesagem individual dos frutos, em balança de precisão. Este procedimento foi realizado desde o início da formação dos frutos até a maturação. A partir dos dados obtidos foi utilizada análise de regressão para descrever o crescimento carpel de *I. paraguariensis* com

relação ao ganho de peso fresco durante seu desenvolvimento.

## RESULTADOS

Os eventos reprodutivos de *Ilex paraguariensis*, desde o botão floral até a maturação dos frutos foram detectados entre os meses de setembro a maio, sendo o seu maior índice de botão floral no mês de outubro, 78% de intensidade. A antese foi observada nos meses de outubro até novembro, sendo seu maior índice de intensidade no mês de novembro, onde mais de 50% das plantas estavam floridas.

A presença dos frutos imaturos foi observada de outubro até o final de março, quando iniciou a mudança de coloração nos frutos carpel com variação do verde para vermelho arroxeado, sendo esta mudança observada até maio. Dos indivíduos femininos acompanhados (n=75), 54 completaram as fases de reprodução (botões, antese, frutos imaturos e frutos maduros), ou seja, cerca de 28% dos indivíduos não completaram o ciclo reprodutivo (Figura 1).

As flores de *I. paraguariensis* são pequenas, pediceladas e dispostas em inflorescência fasciculada, nas axilas foliares e possuem um

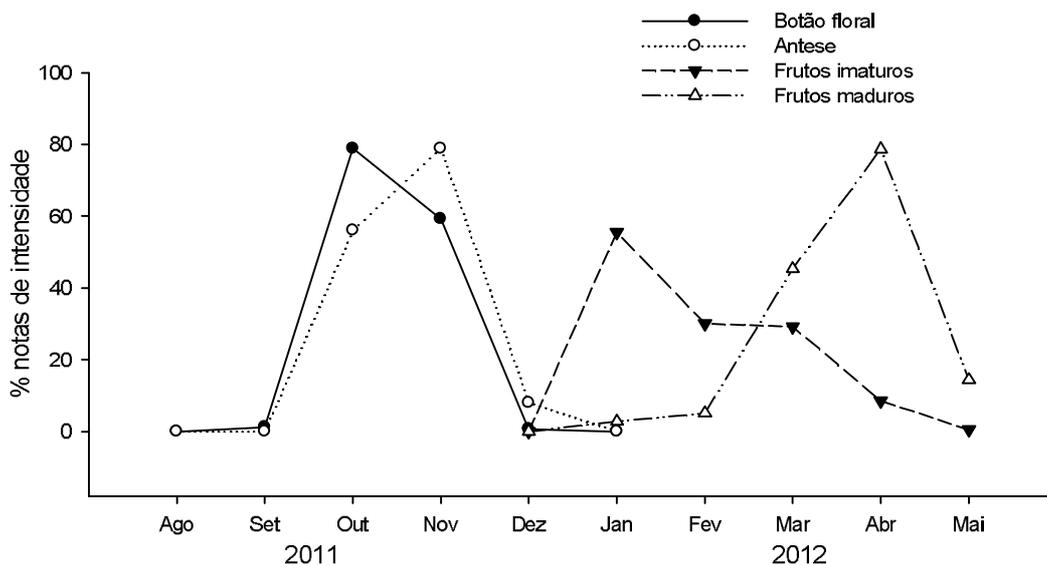


Figura 1 - Índice de atividade para a fenologia reprodutiva de *Ilex paraguariensis* para botões florais e antese (abertura das flores) na fazenda das Nascentes, Porcentagem de intensidade das fenofases para frutos imaturos e frutos maduros. Fenologia reprodutiva de *Ilex paraguariensis* na fazenda das Nascentes, Urupema, SC, 2012.

cálice gamossépalo com quatro sépalas de coloração verde clara e uma corola com quatro pétalas de coloração branca e quatro estames alternipétalos, ou seja, inseridos entre as pétalas.

Em se tratando de uma planta dióica, suas inflorescências são diferentes, a inflorescência com flores femininas ocorre em fascículos pedunculados com tamanho médio de 5,14 mm de comprimento, onde ocorre uma flor pedicelada com tamanho média 3,62 mm de comprimento peduncular (N:131), o botão medindo em média 5,03 mm e sua flor com diâmetro de 4,43 mm, gineceu composto de ovário súpero com tamanho médio de 14,09 mm e bem desenvolvido, com quatro óvulos; estilete curto e estigma amplo, em média 1,10 mm (como uma protuberância), e anteras menores, modificadas e estéreis (estaminódios), sem produção de pólen. A inflorescência masculina ocorre em fascículos pedunculados com tamanho médio 3,53 mm de comprimento e com três flores/pedúnculo com diâmetro de 6,29 mm (N: 388), e botão medindo em média 2,32 mm, com pedicelos de aproximadamente 3,5 mm de comprimento em média, às vezes, com pedúnculo mais longo; o gineceu possui ovário estéril, abortado, com aspecto rudimentar, sem estilete e sem estigma; o androceu possui anteras maiores, perfeitas e férteis. Observou-se a presença de líquido, em pequena quantidade, no início da abertura das flores, tanto nas femininas quanto nas masculinas, sugerindo a presença de néctar, entretanto, devido à inconspícua quantidade não foi possível a realização de coleta para a avaliação qualitativa e quantitativa deste recurso. Tanto flores masculinas quanto femininas liberavam odor adocicado durante toda a antese.

A abertura das flores masculina e feminina ocorreu durante todo o período do dia não havendo um horário definido. Nas flores femininas o estigma esteve receptivo durante todo o período de antese. No período de avaliações, as flores permaneceram abertas pelo menos três dias, embora, naquelas flores visitadas por insetos observou-se o estigma oxidado.

Nas flores masculinas, as anteras

apresentam uma grande quantidade de pólen, nas primeiras horas em que ocorreu a liberação do pólen, este pareceu estar umedecido, mas com o passar das horas, porém, o pólen foi tomando uma consistência pulverulenta. Nas condições de tempo encoberto ou com chuva, as flores abrem suas pétalas, porém, permanecem com as anteras fechadas e só começam a liberar o pólen quando a temperatura aumenta. As flores masculinas que duram mais que um dia, ao final do primeiro, já não apresentam mais pólen em suas anteras. Já nas flores femininas logo após a fecundação as pétalas das flores se desprendem e caem.

Os visitantes mais frequentes nas flores masculinas foram da ordem Coleóptera, enquanto nas femininas foram da ordem Díptera. Verificou-se a existência de dois picos de visitação nas flores masculinas, um entre 13:00 e 15:00 h representados principalmente pela ordem Coleóptera e Díptera e outro entre as 15:00 e 17:00 h representadas pelo mesma ordem. Estes picos coincidiram com temperaturas mais elevadas. Nas flores femininas, também se caracterizou a existência de dois picos de visitação, a tarde, entre as 13:00 e 15:00 h e outro maior as 16:00 e 18:00 h, representados pelas ordens Díptera e Himenóptera, sendo observado interrupções das visitas durante as precipitações (Figura 2).

Os insetos da ordem Coleóptera estiveram presentes em todo o período diurno e visitaram preferencialmente as flores masculinas, nas quais utilizaram pólen como alimento. Quando visitavam as flores femininas permaneciam por pequenos períodos e, provavelmente, tal visita ocorreu por engano. Já os insetos da ordem Himenóptera, observados das 9:00 as 17:00 h, período em que a temperatura se manteve mais elevada, com expoente máximo de 25°C. Estes insetos atuaram como coletores de néctar e de pólen nas flores masculinas e, como coletores de néctar nas flores femininas, contribuindo com a polinização da planta. Como representantes mais frequentes da ordem Díptera visitaram as flores femininas quanto às masculinas ao longo do dia com visitas rápidas sempre apresentando comportamento sugador de néctar. Para a ordem

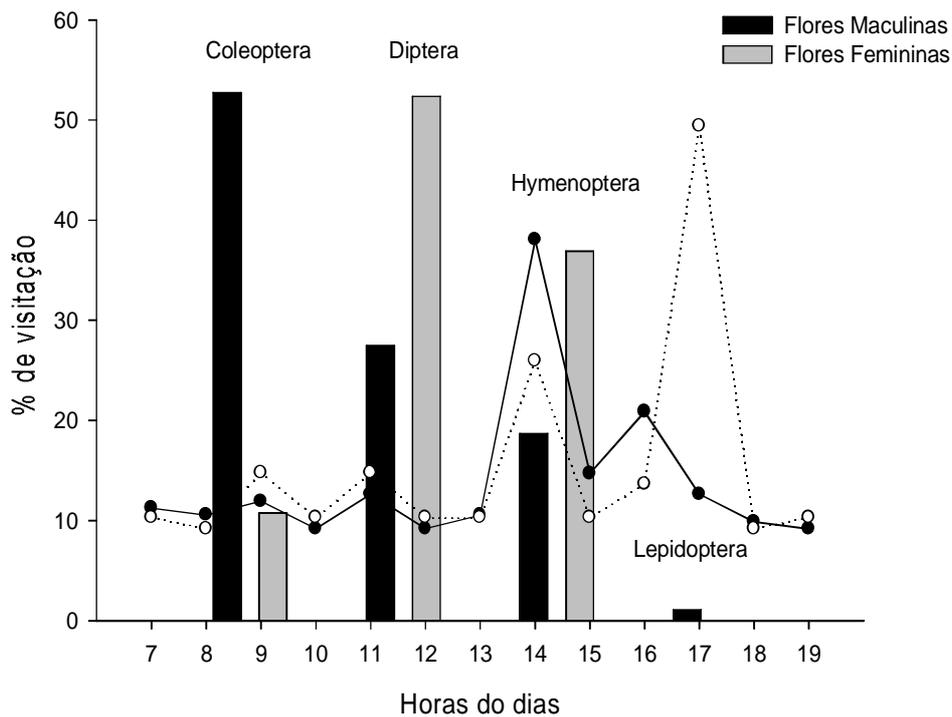


Figura 2 - Visitantes florais das flores femininas e masculinas de *Ilex paraguariensis*. Horários de visitação às flores masculinas (linha contínua) e femininas (linha pontilhada) de *Ilex paraguariensis*. Urupema, SC, 2012.

Lepidóptera, somente um exemplar foi observado visitando as flores masculinas no período da manhã (Tabela 1).

As coletas semanais de frutos em desenvolvimento permitiram fazer uma análise mais detalhada do crescimento dos frutos com relação ao ganho de peso fresco. Os frutos em desenvolvimento levaram 78 dias, período em que o peso fresco aumentou conforme o modelo quadrática  $y = 0,0249 + 0,0019x - 0,00001x^2$  ( $r^2 = 0,9375$ ).

## DISCUSSÃO

Os 161 indivíduos estudados na Floresta Ombrófila Mista Altomontana na Serra Catarinense, no período de avaliação, demonstraram que a fenologia da erva-mate apresentou floração durante os meses de setembro a novembro e a frutificação de janeiro a maio. Este comportamento de floração para *Ilex paraguariensis* também foi observado por outros

autores (REITZ e EDWIN, 1967; AMARAL, 1979; INOUE et al., 1984; REITZ e KLEIN, 1988 e ZANON, 1988). Algumas espécies como *Ilex dumosa* Reiss, *Ilex theezans* Martius, também apresentaram registro de pico principal de florescimento durante os meses de setembro a novembro (CARVALHO, 1980).

A floração ocorreu nos meses mais quentes com temperaturas médias acima de 13°C, observados também por Liebsch e Mikich (2009), quando avaliaram a fenologia reprodutiva da *I. paraguariensis* e encontraram uma alta influência da temperatura. Neste mesmo estudo outras espécies pertencentes a esta família, também apresentaram pico de floração nestes meses.

Diversas espécies de Aquifoliaceae (*Ilex chamaedryfolia* Reissek, *I. dumosa* Reissek. D., *I. theezans* Martius, entre outras) assim como as que foram encontradas por Martins et al., (2010) na mesma área de estudo, *Ilex microdonta* Reissek e *Ilex brevicuspis* Reissek, apresentam a morfologia floral semelhante às flores *I.*

Tabela 1 - Espectro de visitantes de *Ilex paraguariensis*, em uma população natural, na fazenda das Nascentes, Urupema, SC.

Taxon	Frequência		Comportamento	
	Flores masc.	Flores fem.	Flores masc.	Flores fem.
Apidae	*	•	cn, cp	cn
Bombyliidae	*	•	cn	?
Bruchidae	*	*	cn	cn
Callephoridae	•	*	?	cn
Cerambycidae	*	*	cn, cp	cn
Chrysomelidae	*	•	cn	?
Colliphoridae	•	*	cn	cn
Curculionidae	*	•	cv	?
Crisomelidae	•	*	cn	cn
Diptera	•	*	cn, cp	cn
Dolichopodidae	•	•	cn,cp	cn
Elateridae	•	*	cn,cp,cf	cn
Estaphilinidae	•	*	?	cn
Formicidae	*	•	cn,cp	?
Mycetophilidae	•	*	?	cn
Tenthredinidae	•	*	?	cn
Tipulidae	*	*	cn	cn
Vespidae	•	*	cn	cn

Símbolos: • grande número de indivíduos; \* poucos indivíduos; ? Não observado; cp coletando pólen; cn coletando néctar; cf Consumindo partes florais; cv consumindo partes vegetais; • raro. Fonte: Lages, SC, 2012.

*paraguariensis*, o que sugere, a generalidade deste padrão na família Aquifoliaceae.

A diferença entre o número de flores masculinas e flores femininas também foi observada neste estudo, onde plantas masculinas apresentam em suas inflorescências fascículos pedunculados com três flores/pedúnculo, já em plantas femininas as inflorescências apresentam em fascículos pedunculados e uma única flor pedicelada, corroborando com outros realizados com espécies dioicas, (WILLSON e AGREN, 1989). Tais resultados estão de acordo com a sugestão de que plantas masculinas geralmente apresentam mais flores do que as femininas em virtude da maior eficiência na polinização, na dispersão de pólen e produção de sementes (OPLER e BAWA, 1978).

Das 75 plantas femininas de *I. paraguariensis* estudadas no período reprodutivo, 72% completaram o fenociclo frutificação. Das plantas que produziram frutos pode ser observado que a maturação dos mesmos ocorreu de

maneira variada, apresentando frutos imaturos e maduros em um único indivíduo, comportamento também observado por Zanon (1988). Segundo este mesmo autor, frutificação de erva-mate é heterogênea, havendo grande variabilidade entre as populações, pois a quantidade produzida por uma árvore varia com a condição de exposição ao sol e nutrientes do solo. Esta variação tem sido relatada para várias espécies tropicais que pode estar relacionada à disponibilidade de pólen, de polinizadores, das condições ambientais ou ao estresse energético (FOSTER, 1982), bem como, ao estágio de desenvolvimento das plantas.

Os visitantes florais de *I. paraguariensis* ratifica a predominância de polinizadores entomófilos, o que está de acordo com estudos de Ferreira et al., (1983) que relataram polinização basicamente entomófila da erva-mate, sem especificidade de polinizadores (Himenóptera, Coleóptera, Hemíptera e Díptera), embora alguma transferência de pólen pelo vento não possa ser descartada.

Ao total foram registrado 18 famílias que visitaram as flores de erva-mate, já no estudo de Floss (1994), na região de Chapecó, SC, foram registradas 119 espécies de insetos que visitaram as flores, confirmando a grande diversidade de visitantes. Os visitantes florais com maior frequência neste estudo nas flores masculinas foram da ordem Coleóptera, que segundo Cassanello (1993) estes insetos causam severos danos e grandes perdas econômicas nas erva-mates. Em flores femininas foram observados insetos da ordem Díptera que se alimentaram do néctar e aproveitaram a inflorescência para a reprodução da espécie. Diante de tantos insetos que visitam as flores da erva-mate, podemos observar também formigas da ordem Himenóptera que segundo Junqueira et al. (2001), estas não possuem interações com a planta e sugerem que as formigas estão apenas explorando recursos proporcionados por outros insetos como predadoras de ovos dos gêneros *Pheidole* e *Solenopsis* (PENTEADO, 1995).

Neste contexto, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que as plantas de *I. paraguariensis*, da área estudada, apresentam flores diclinas, dependendo basicamente de insetos para o transporte do pólen. Apesar de apresentarem diferença em suas inflorescências e diferença no número de flores por inflorescência, a semelhança entre as flores, somada à sincronia da fenofase reprodutiva, da antese e de oferta de recursos em ambos os sexos, favorecem o seu sucesso reprodutivo pela atração dos visitantes florais.

Ainda, há necessidade de avaliar melhor os aspectos da biologia reprodutiva da erva-mate para uma visão mais completa deste ciclo. Além disso, faz-se necessário a avaliação dos impactos causados pelo processo de domesticação na reprodução sexual da espécie. Da mesma forma é premente a necessidade de estudos mais aprofundados para avaliar a interferência de fatores ambientais ao longo de vários ciclos reprodutivos e a eficiência de polinizadores, bem como, dos dispersores de diásporos, que são fundamentais para subsidiar estratégias de

conservação e manejo da espécie.

## AGRADECIMENTOS

À Capes, pela bolsa concedida; FAPESC pelo auxílio financeiro e à Klabin por disponibilizar a área para o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E. M.; ALVES, M. A. S. Fenologia de *Psychotria nuda* e *P. brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v.14, p.335-346, 2000.
- AMARAL, L.G. Floração e frutificação de algumas espécies arbóreas nativas e cultivadas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v.24, p.125-132, 1979.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**. 1.ed. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002. 320p.
- BERKAI, D.; BRAGA, C. A. **500 anos de história da erva-mate**. 2.ed. Canoas: Editora Cone Sul, 2000. 97p.
- CASSANELLO, A.M.L. **Ciclo de vida e aspectos morfológicos de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae), broca-da-erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Dissertação (Mestrado em Entomologia – Curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993. 59p.
- CARVALHO, P.E.R. **Levantamento florístico da região de Irati-PR: 1ª aproximação**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1980. 44p. Circular Técnica, 3.
- DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI-SC, 1999. 81p. Boletim Técnico, 100.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach (the practical approach series)**. New York: Oxford University, 1992. 250p.
- EDWIN, G.; REITZ, R. **Aquifoliáceas**. I Parte Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1967. 47 p.

- As Plantas. Flora Ilustrada Catarinense.
- EMATER. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. Curitiba, 1991. 104p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropécuaria. **Mapa convenção cartográfica: escala 1:250.000**. Rio de Janeiro, 1998. 2p.
- FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematic**, Jena, v.1, p.78-91, 1998.
- FERREIRA, A. G. et al. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Brasil Florestal**, Brasília, v.53, p.29-33, 1983.
- FOSTER, R.B. Seasonal rhythms in fruitfall on Barro Colorado Island. In: GILES, E.L.; RAND, A.S.; WINDSOR, D.M. **The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 1982. p.151-172.
- FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, San Jose, v.24, p.423, 1974.
- FLOSS, P.A. **Variações genéticas entre populações naturais de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva mate) avaliadas em Chapecó-SC e Três Barras-SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1994. 94p.
- GALEN, C.; PLOWRIGHT, R.C. Testing the accuracy of using peroxidase activity to indicate stigma receptivity. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.65, p.107-111, 1977.
- GILBERTI, G.C. Aquifoliaceae. Flora del Paraguay. Ginebra, 1994. 33p. In: R. SPICHTER & L. RAMELLA (eds.). **Flora del Paraguay**. v.24, Saint-Louis, Editions des la Ville de Genève, Chambèsy; Missouri Botanical Garden.
- GIBERTI, G.C. Aspectos oscuros de la corologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil.. In: WINGE, H. et al. (org.) **Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.289-300.
- GROPPO, M. **Aquifoliaceae**. In: LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL, 2012, Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB021965>. Acesso: 02 set. 2012.
- INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260p.
- JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL E.; DIEHL-FLEIG, E. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Visitantes de *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). **Neotropical Entomology**, v.30, p.161-164, 2001.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. **Techniques for pollinations biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 1993. 579p.
- KOPPEN, W. **Climatología**. con estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.
- LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies da Floresta Ombrófila Mista na região centro-sul do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.32, p.375-391, 2009.
- MANTOVANI, M. et al. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, p.451-458, 2003.
- MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. Fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, p.1-10, 2003.
- MARTINS, D.R. et a. Florística de Floresta Ombrófila Mista Altomontanae de Campos em Urupema, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, p.156-166, 2010.
- OLIVEIRA, Y.M.M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.17-36.
- OLIVEIRA FILHO, P. C. DE; GOMES, G. S.; DISPERATI, A. A. O geoprocessamento como suporte ao manejo sustentável da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. ST.-HIL.) em ambiente natural.

- Floresta**, Curitiba, v.39, p.173-182, 2007.
- OPLER, P.A.; BAWA, K.S. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, Lancaster, v.32, p.812-821, 1978.
- PEDRONI, F. et. al. Fenologia da copaíba (Copaifera langsdorffii Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, p.183-194, 2002.
- PENTEADO, S. do R.C. Principais pragas da erva-mate e medidas alternativas para seu controle. In: WINGLE, H. et al. **Erva-mate: biologia e cultivo no cone-sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.109-120.
- RATHCKE, B.; LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.16, p.179–214, 1985.
- SANTOS, P.L.. **Fenologia de Tapirira guianensis Aubl. e Caesalpinia leiostachya Benth., em São Cristóvão – SE**. 2007. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe. 44p.
- SNOW, D.W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, Viçosa, v.15, p.274-281, 1965.
- VAN SCHAIK, C.P., TERBORGH, J.W. ; WRIGTH, S.J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.24, p.353-377, 1993.
- ZANON, A. **Produção de sementes de erva-mate**. Curitiba: EMBRAPA-CNF, 1988. 8p. Circular Técnica, 16.
- WILLSON, M.F.; AGREN, J. Differential floral rewards and pollination by deceit in unisexual flower. **Oikos**, Viçosa, v.55, p.23-29, 1989.