



# INFLUÊNCIA DO GRADIENTE ALTITUDINAL SOBRE A POLINIZAÇÃO E A BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *TIBOUCHINA PULCHRA* COGN. (MELASTOMATACEAE) NO SUDESTE DO BRASIL

V.L.G. Brito<sup>1</sup>

M. Sazima<sup>1</sup>

1 - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Vegetal, Caixa Postal 6109 - 13083 - 970 - Campinas - SP - Brasil.

Telefone: 19 3521 6170- viniciusduartina@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Estudos sobre a biologia da polinização e reprodução têm sido amplamente utilizados para a conservação de habitats naturais afetados, pois podem fornecer informações importantes relacionadas à partilha e competição por polinizadores, sucesso reprodutivo e manutenção do fluxo gênico intraespecífico (Bawa 1990, Kearns *et al.*, 1998). Porém estes estudos têm sido pouco realizados em gradientes ambientais, como o latitudinal e o altitudinal, devido às dificuldades espaciais, taxonômicas e amostrais, em conseguir este tipo de dados (Devoto *et al.*, 2005), principalmente para plantas arbóreas em florestas úmidas. Estudos feitos em ambientes alpinos sugerem que condições ambientais como baixas temperaturas, estações de crescimento curtas e ventos fortes, reduzam as possibilidades de polinização cruzada e acredita-se que estas sejam importantes forças que dirigem a evolução da autopolinização em altas altitudes e latitudes (Sandvik *et al.*, 1999).

A família Melastomataceae compreende 4200 - 4500 espécies e é bem representada em ecossistemas tropicais e subtropicais das Américas, onde são encontradas cerca de 3000 espécies (Renner 1993). No Brasil encontram-se 68 gêneros com cerca de 1500 espécies estimadas (Martins 1997). Suas flores são geralmente polinizadas por abelhas que coletam o pólen das anteras tubulosas quase sempre poricidas. Estas abelhas abraçam as anteras e efetuam movimentos vibratórios com os músculos das asas e como consequência o pólen é expelido, aderindo à porção ventral do visitante, local que, com frequência, é contactado pelo estigma. Este tipo de polinização é denominado de polinização vibrátil ("buzz pollination", Buchmann 1983).

O gênero *Tibouchina*, pertencente à tribo Melastomeae, é o gênero neotropical de mais ampla distribuição e com maior número de espécies dentro das melastomatáceas de fruto capsular, com cerca de 240 espécies (Renner 1993), sendo encontrado desde o oeste do México até o nordeste da Argentina e Paraguai (Guimarães & Martins 1997).

## OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é obter informações sobre a biologia da polinização e da reprodução de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) em duas áreas de gradiente altitudinal: Núcleo Picinguaba e Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar. O estudo pretende comparar a fenologia, o sistema reprodutivo e a biologia da polinização desta espécie nos dois locais do gradiente. Esperamos que, devido às diferenças ambientais, haja menor diversidade e abundância de polinizadores no local de maior altitude, favorecendo a ocorrência de autogamia nesta população de *T. pulchra*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo: local e caracterização

O estudo está sendo desenvolvido no Parque Estadual da Serra do Mar no Núcleo de Desenvolvimento Picinguaba (NDP) e Núcleo Santa Virgínia (NSV) ambos situados no litoral norte do estado de São Paulo. A área de estudo referente ao NDP localiza-se na planície costeira, estendendo-se da orla até o sopé das montanhas que formam a Serra do Mar. A vegetação da área é considerada como Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al.*, 1991). O clima desta região é classificado, segundo Köppen (1948), como tropical chuvoso, apresentando uma estação superúmida de outubro a abril, com precipitação média superior a 200 mm mensais, e uma estação menos úmida de maio a setembro, com precipitação média acima de 100 mm mensais. A precipitação média anual é de 2.100 mm e a temperatura média anual é cerca de 22°C (Bencke & Morellato 2002). A área de estudo referente ao NSV situa-se na região de escarpas e reversos da Serra do Mar, no Planalto de Paraitinga - Paraibuna, entre altitudes que variam de 870 m a 1.100 m (Tabarelli & Mantovani 1999). De acordo com Veloso *et*

al., (1991), a vegetação pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana. Conforme classificação climática de Köppen (1948) o clima regional é tropical temperado sem estação seca (Tabarelli & Mantovani 1999). A precipitação média anual é de 2.180 mm, sendo os meses mais úmidos: dezembro, janeiro e fevereiro; e os menos chuvosos: junho, julho e agosto. Não se observa mês com precipitação média inferior a 60 mm (Tabarelli & Mantovani 1999).

#### Fenologia

As áreas de estudo foram visitadas mensalmente durante os meses de fevereiro de 2008 até março de 2009 com o intuito de definir o padrão fenológico das seguintes fenofases: emissão de botões, florada, frutificação e emissão de folhas jovens. O padrão da florada foi estabelecido de acordo com os padrões fenológicos definidos por Newstrom *et al.*, (1994). A intensidade da fenofase durante os meses em que ela ocorre pode ser definida através do índice de intensidade que consiste em uma escala ordinal com valores entre zero e quatro, que permite distinguir categorias (postos ou ranks) subjetivas de intensidade. Nesta escala, os valores zero, um, dois, três e quatro correspondem, respectivamente, a ausência da fenofase, 25%, 50%, 75% e 100% de intensidade. Este índice é calculado somando - se os valores de cada indivíduo em um dado mês (modificado de Bencke 1999). Quando a observação da fenologia foi feita em meses de anos diferentes, usou - se a média dos dois valores encontrados. O pico de atividade será considerado como o período em que o número máximo de indivíduos (n=45 em cada área) da amostra apresentar a fenofase.

#### Biologia Floral e Sistema Reprodutivo

O horário, seqüência e duração da antese, presença de odor e receptividade do estigma foram determinados diretamente no campo (Dafni 1992), durante o período de pico de floração. O sistema reprodutivo foi verificado por meio de experimentos em campo nas duas populações. Os testes de polinização seguiram aqueles descritos por Radford *et al.*, (1974): agamospermia - botões em pré - antese foram emasculados e ensacados; polinização cruzada - grãos de pólen, provenientes de flores de indivíduos diferentes, foram transferidos para o estigma de flores emasculadas de outros indivíduos; autopolinização manual - grãos de pólen foram depositados no estigma da própria flor; autopolinização espontânea - botões foram ensacados sem tratamento posterior; controle - foram marcados botões destinados a verificar a formação de frutos sob condições naturais. Para cada um dos testes foram utilizadas 30 flores, com exceção do tratamento controle em que foram utilizadas 100 flores, em vários indivíduos em cada uma das áreas. Cerca de duas semanas após as polinizações foi verificada a porcentagem de frutificação.

#### Visitantes florais e polinizadores

As observações foram feitas durante o período de floração e abrangendo o período do dia de maior atividade dos visitantes: das 0500 h às 1500 h. Foram feitas observações em seis a 12 flores ao longo de seis dias não consecutivos em cada área, totalizando 60 horas. Os visitantes florais que durante as visitas às flores contataram o estigma e as anteras foram considerados polinizadores.

Foram registradas as frequências de visitas de todas as abelhas visitantes, de hora em hora durante o período estabelecido. A importância de cada visitante em relação à polinização foi determinada através dos valores de frequência relativa de visitas e de contato com o estigma. O comportamento dos visitantes foi interpretado através de observação visual direta ou da análise de fotografias. Os visitantes foram capturados com rede entomológica, colocados em frascos de vidro com acetato de etila, devidamente registrados com o nome ou número da planta visitada, o horário de coleta e as condições ambientais (temperatura e umidade) no momento da coleta. Após este processo os espécimes são montados em laboratório e etiquetados. A identificação das abelhas foi feita até o nível de espécie ou gênero, através de literatura especializada ou de comparação com coleções de referência do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC), onde os espécimes serão depositados.

## RESULTADOS

Nas duas áreas estudadas os padrões fenológicos de *Tibouchina pulchra* parecem obedecer a um padrão sazonal. Os indivíduos emitem folhas jovens durante o ano todo, mas com o início da emissão dos botões, seguido da florada e produção de frutos, as plantas diminuem a intensidade de produção de novas folhas, provavelmente devido à alocação dos recursos para a função reprodutiva. A fenologia reprodutiva em ambas as áreas está concentrada na estação úmida e é assíncronica: na população do NDP a fenologia reprodutiva ocorre em período antecipado (dezembro - abril) em relação à da população do NSV (janeiro - junho), fato que pode estar relacionado às menores temperaturas médias desta região. Na área do NDP o pico de florada ocorre em fevereiro enquanto que no NSV ocorre em março. Segundo a definição de Newstrom *et al.*, (1994) o padrão de floração de *T. pulchra* nos dois locais é anual. No NDP a intensidade da florada (somatória dos valores = 77) é menor que no NSV (somatória dos valores = 102). Mudanças na amplitude e intensidade de florada afetam o número e o nível da atividade dos polinizadores (Buzato *et al.*, 2000), ou seja, quanto maior a florada, maior a disponibilidade de recursos aos polinizadores e maior a produção de frutos. Porém no NDP o pico de frutificação das plantas teve somatória dos valores de intensidade de 137 enquanto que no NSV essa somatória foi de apenas 20. O fato de serem produzidos mais frutos no NDP que no NSV parece contradizer a menor intensidade de floração encontrada no NDP.

*Tibouchina pulchra* possui flores brancas com bordas arroxeadas, é do tipo aberto, emana perfume agradável e fraco e o pólen é o único recurso oferecido, atributos característicos de flores melitófilas (sensu Faegri & van der Pijl, 1979). A antese inicia por volta das 0500h, ocasião em que o estigma está receptivo. Os estames são didínamos com anteras falci-formes, poricidas e o pólen é retirado somente por vibração ("buzz pollination", Buchmann 1983). De dois a três dias subsequentes à antese o estigma não é mais receptivo e as anteras não contêm mais pólen. Além disso, a cor das flores muda gradualmente para tons rosa/arroxeados e no quarto dia os elementos florais se desprendem.

Nos indivíduos do NDP foi registrada a formação de um fruto proveniente de agamospermia, que foi abortado depois de algumas semanas. Nos tratamentos de autopolinização espontânea não houve formação de frutos. Entretanto, ocorre formação de frutos por autopolinização manual. Portanto, na área do NDP *T. pulchra* é autocompatível, mas não autogâmica, necessitando de polinizadores para sua reprodução. Por outro lado, nos indivíduos do NSV não houve formação de frutos por agamospermia, mas por autopolinização espontânea se desenvolveram 16% de frutos. Portanto, nesta área *T. pulchra* é autogâmica e não depende exclusivamente dos polinizadores para reprodução. Nas duas áreas foram formados mais frutos em tratamentos de polinizações manuais (autopolinizações e polinizações cruzadas) que em condições naturais (controle), evidenciando que a transferência de pólen pode ser um dos fatores limitantes na formação de frutos. Ainda, na área de maior altitude esta limitação é maior, pois foram formados apenas 10% de frutos em condições naturais. A hipótese de maior limitação de pólen com o aumento da altitude foi comprovada em ambientes andinos e alpinos (Arroyo *et al.*, 1985; Totland 1993), porém não há esses dados para populações de uma espécie tropical. Segundo estes autores, maior limitação do pólen estaria relacionada à diminuição da densidade e atividade dos polinizadores em altas altitudes.

De fato, comparando - se a frequência de visitas das abelhas nos dois locais estudados, esta foi muito menor no local de maior altitude. No NDP foram registradas 948 visitas no período total de observação ao passo que no NSV foram registradas apenas cinco visitas no mesmo período. As visitas às flores de *T. pulchra* do NDP começam com o nascer do dia, aumentam gradativamente, sendo o pico de visitas entre 1000h e 1100h. Depois deste período as visitas diminuem, provavelmente devido à diminuição da quantidade de pólen. No NSV as visitas das abelhas foram observadas em um dia entre 1030h e 1130h. O número de espécies de visitantes florais também declinou com o gradiente de altitude. No NDP foram coletadas sete espécies de abelhas das quais *Bombus morio*, *Xylocopa brasiliatorum*, *Xylocopa frontalis*, *Epicharis* sp.1 e uma espécie não identificada atuam como polinizadores. No NSV foram coletadas apenas duas espécies de abelhas, mas apenas *B. morio* atua como polinizador. De maneira geral *B. morio* é o principal polinizador de *T. pulchra* nos dois locais sendo responsável por 89% das visitas, seguido de *Epicharis* sp.1 (6,2%), *Xylocopa brasiliatorum* (3%), *Xylocopa frontalis* (1,5%) e a espécie não identificada (0,2%). Durante a visita, os polinizadores agarram os elementos reprodutivos das flores de *T. pulchra* e vibram os músculos das asas. Ao mesmo tempo friccionam as anteras dos estames menores com as mandíbulas forçando a saída do pólen. A limitação da transferência do pólen em altas altitudes (Duan *et al.*, 2007), fato que está ocorrendo no NSV, é uma evidência da baixa frequência de visitas e da menor diversidade de polinizadores, influenciando a baixa formação de frutos de *T. pulchra* em condições naturais nesta área.

## CONCLUSÃO

A evolução da autopolinização e da autocompatibilidade é

tida como adaptação que assegura o sucesso reprodutivo em condições em que a polinização cruzada é cronicamente baixa ou temporariamente impossibilitada (hipótese da segurança reprodutiva) (Lloyd & Schoen, 1992). Em altas altitudes os fatores limitantes que promovem adaptações para autopolinização e a autocompatibilidade são principalmente a redução da abundância de polinizadores devido à condições abióticas extremas como baixas temperaturas e diminuição das estações de crescimento (Gugerli 1998; Bliss 1971). Esse parece ser o caso da população de *T. pulchra* no NSV que dispõe de menos polinizadores, produz menos frutos em condições naturais e apresenta certo grau de polinização espontânea em relação à população do NDP.

(Agradecemos ao projeto Biota Gradiente Funcional (Processo Fapesp 03/12595 - 7) pela oportunidade e ao CNPq pelo apoio financeiro.)

## REFERÊNCIAS

- Arroyo, M.T.K., Armesto, J.J., Primack, R.B. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile II. Effect of temperature on visitation rates and pollination possibilities. *Plant Systematics and Evolution* 149: 187-203. 1985.
- Bawa, K.S. Plant - pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399 - 422. 1990.
- Bliss, L.C. Arctic and alpine plant life cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 405 - 438. 1971.
- Bencke, C.C. Estudo comparativo do comportamento fenológico de espécies arbóreas em três áreas de Floresta Atlântica no litoral norte do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 1999.
- Bencke, C.C., Morellato, P.L.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25 (3): 269 - 275. 2002.
- Buchmann, S.L. Buzz pollination in Angiosperms. In: Jones, C.E., Little, R.J. (eds.) *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1983, p.73 - 113.
- Buzato, S., Sazima, M. & Sazima, I. Hummingbird - Pollinated Floras at Three Atlantic Forest Sites. *Biotropica*: 32 (4): 824 - 841. 2000.
- Dafni, A. *Pollination Ecology - A practical approach*. Oxford University Press, Oxford. 1992.
- Devoto, M., Medan, D., Montaldo, N.H. Patterns of interaction between plants and pollinators along an environmental gradient. *Oikos* 109: 461 - 472. 2005.
- Duan, Y.W., Zhang, T.F., Liu, J.Q. Interannual fluctuations in floral longevity, pollinator visitation and pollination limitation of an alpine plant at two altitudes. *Plant Systematics and Evolution* 267: 255 - 265. 2007.
- Faegri, K., Van der Pijl, L. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Oxford. 1979.
- Gugerli, F. Effect of elevation on sexual reproduction in alpine populations of *Saxifraga oppositifolia* (Saxifragaceae). *Oecologia* 114 (1): 60 - 66. 1998.

- Guimarães, P.J.F., Martins, A.B. *Tibouchina sect. Pleroma* (D. Don) Cogn. (Melastomataceae) no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 2(1): 11 - 33. 1998.
- Kearns, C.A., Inouye, D.W., Waser, N.M. Endangered mutualisms: the conservation of plant - pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 83-112. 1998.
- Köppen, W. *Climatologia*. Fondo de Cultura Económica. México. 1948.
- Lloyd, D.G., Schoen, D.J. Self - and cross - fertilization in plants. I. Functional dimensions. *International Journal of Plant Science* 153: 358-369. 1992.
- Martins, E. Revisão taxonômica do gênero *Trembleya* DC. (Melastomataceae). Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1997.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W., Baker, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26 (2): 141 - 159. 1994.
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R., Bell, C.R. *Vascular plant systematics*. New York: Harper & Row. 1974.
- Renner, S.S. Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. *Nordic Journal of Botany* 13: 519 - 540. 1993.
- Sandvik, S.M., Totland, Ø., Nylehn, J. Breeding system and effects of plant size and flowering time on reproductive success in the alpine herb *Saxifraga stellaris* L. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 31 (2): 196 - 201. 1999.
- Tabarelli, M., Mantovani, W. A riqueza da floresta Atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 59 (2): 239 - 250. 1999.
- Totland, Ø. Pollination in alpine Norway: flowering phenology, insect visitors, and visitation rates in two plant communities. *Canadian Journal of Botany* 71: 1072-1079. 1993.
- Veloso, H.P., Rangel - Filho, A.L.R. Lima, J.C.A. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro. 1991.