

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TIAGO SIMÕES MALUCELLI

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE FLORES E
INDIVÍDUOS NA ATRAÇÃO DE POLINIZADORES EM *Tibouchina
trichopoda* (DC.) Baill. (Melastomataceae)**

CURITIBA

2011

TIAGO SIMÕES MALUCELLI

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE FLORES E
INDIVÍDUOS NA ATRAÇÃO DE POLINIZADORES EM *Tibouchina
trichopoda* (DC.) Baill. (Melastomataceae)**

Monografia apresentada à disciplina
BB033 – Estágio em Botânica, como
requisito à conclusão do curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Paraná .

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Isabela Galarda
Varassin

CURITIBA

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio e carinho, especialmente aos meus pais e minha irmã que estiveram sempre presentes durante toda a minha formação.

A Isabela Galarda Varassin, pelos seus conhecimentos e dedicação, sem os quais não poderia ter realizado este trabalho.

Ao professor Renato Goldenberg pela ajuda na identificação das plantas.

Ao professor Gabriel Melo pela ajuda na identificação das abelhas.

A Adriana Strapasson de Souza, pelo companheirismo e pelo carinho mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos companheiros de campo, Fabiano Rodrigo da Maia e Jana Magaly Tesseroli de Souza pelos momentos que passamos juntos e por suas contribuições para a conclusão deste trabalho.

A todos os funcionários da Reserva Natural do Rio Cachoeira que sempre estiveram dispostos a ajudar, principalmente ao Carlinhos, que nos acolheu como amigos e ajudou imensamente durante a fase de campo.

Aos meus amigos da graduação que tornaram essa caminhada mais alegre.

A todos que participaram de alguma forma para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
2.1 Área de estudo e espécie em foco.....	3
2.2 Sistema reprodutivo.....	3
2.3 Polinizadores e disponibilidade de flores.....	4
3. RESULTADOS	5
3.1. Biologia reprodutiva.....	5
3.2 Polinizadores e disponibilidade de flores.....	6
4.DISSCUSSÃO.....	7
5. CONCLUSÃO.....	8
6. LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	10
REFERÊNCIAS	15

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

- Tabela 1** – Sucesso reprodutivo (%) em diferentes tratamentos reprodutivos (número total de flores tratadas). ISI –Índice de autoimcompatibilidade, ER – eficiência reprodutiva.....10
- Tabela 2** – Visitantes florais de *T. trichopoda*, papel na polinização e método de coleta de pólen.....10
- Figura 1** – Tubo polínico 48 horas após o tratamento de autopolinização manual, penetrando o ovário.....12
- Figura 2** – A. Variação do número de visitas em função das orientações cardeais Norte e Sul; B. Variação do número de flores em relação as orientações cardeais Norte e Sul; C. Variação do número de visitas em função da distância do indivíduo florido mais próximo; D. Relação entre o número de visitas em função do número de indivíduos próximos em um raio de 15m (equação da reta: $NO\ VISITAS = 1,34 + 0,15\ NO\ INDIVIDUOS\ PRÓXIMOS$); E. Relação entre o número de visitas por abelhas em função do número de flores disponíveis na copa (equação da reta: $NO\ VISITAS = 0,33 + 0,03\ NO\ FLORES$); F. Variação do número de flores em cada indivíduo observado; G. Variação do número de visitas em cada indivíduo observado.....13

RESUMO

O gênero *Tibouchina* (Melastomataceae) é predominantemente polinizado por abelhas, que são polinizadores que respondem à densidade de recursos florais. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a biologia reprodutiva de *Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill e observar se o número de visitantes florais varia com as orientações cardeais Norte e Sul da copa das plantas analisadas, com a densidade de flores e com a distância dos indivíduos floridos mais próximos. O estudo foi desenvolvido em áreas de regeneração natural no município de Antonina, Paraná, de 2009 a 2011. Para determinar o sistema reprodutivo foram realizados testes reprodutivos controlados. Foi determinada uma área de copa de 1,20m x 1,20m nas orientações cardeais Norte e Sul dos indivíduos analisados, onde foram contados o número de flores e a riqueza e a abundância de polinizadores. A distância dos indivíduos floridos mais próximos foi medida. Os resultados dos testes reprodutivos mostraram que *T. trichopoda* é autocompatível, não apresentando apomixia. Não houve a formação de frutos por autopolinização espontânea. Foi observado que a antese de *T. trichopoda* dura dois dias, com início entre as 5 e 6 horas da manhã. *Tibouchina trichopoda* é visitada por abelhas de pequeno, médio e grande porte. O número de visitas por abelhas está positivamente relacionado à densidade floral. O número médio de visitas não variou com a distância dos indivíduos mais próximos nem entre as orientações cardeais Norte e Sul, provavelmente pelo fato de o número de flores entre as duas orientações cardeais não apresentar variação. As variações de disponibilidade florais observadas em *Tibouchina trichopoda* afetam a taxa de visitação pelas abelhas, das quais *T. trichopoda* depende para a reprodução. Esta dependência pode se dar por transferência de autopólen ou pólen de indivíduos distintos, uma vez que *T. trichopoda* é autocompatível. A ausência ou fraca relação entre a taxa de visitas dos polinizadores e a densidade de indivíduos pode ser decorrente da competição entre os indivíduos pelo serviço de polinização com diluição da taxa de visitas por flor.

Palavras-chave: *Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill, biologia reprodutiva, polinizadores

ABSTRACT

The genus *Tibouchina* (Melastomataceae) is predominantly pollinated by bees, pollinators that respond to density of floral resources. The objective of this study was to characterize the reproductive biology of *Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill and see if the number of floral visitors vary with the cardinal directions North and South of the plants canopies, with the density of flowers and with the distance of the closest flowering individuals. The study was conducted in areas of natural regeneration in the city of Antonina, Paraná, from 2009 to 2011. To determine the reproductive system, were performed reproductive controlled tests. It was marked a canopy area of 1,20m X 1,20m in the cardinal directions North and South of the individuals, in which the number of flowers were counted just as the abundance and richness of pollinators. The distance of the closest flowering individuals was measured. The results showed that *T. trichopoda* is self and do not presents apomixes. The formation of fruits by spontaneous self pollination did not occur. It was observed that the anthesis of *T. trichopoda* lasts two days, starting between 5 and 6 am. *Tibouchina trichopoda* is visited by bees of small, medium and large size. The number of visits by bees is positively related to floral density. The average number of visits did not vary with the distance of closest flowering individuals. Also it did not vary with de cardinal directions, probably because the number of flowers was different between these directions. The variations of flower availability observed in *Tibouchina trichopoda* affect the rate of visitations by bees, on which *T. trichopoda* depends for reproduction. This dependence can occur by transfer of autopólen or pólen from different individuals, since *T. trichopoda* is self. The absence or weak relationship between the rate of visits by pollinators and density of individuals may be due to competition between individuals for the service of pollination with a dilution rate of visits per flower.

Keywords: *Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill, reproductive biology, pollinator

1. INTRODUÇÃO

A interação entre plantas e polinizadores é uma relação influenciada por fatores relacionados ao contexto populacional de plantas e de suas flores (BOSCH & WASER, 1999). Variações em certas características das plantas podem afetar a quantidade de visitas de polinizadores, sendo o *display* floral (número de flores abertas em um determinado momento) uma das características que altera a taxa de visitação e, portanto, o fluxo de pólen (THOMSON, 1988).

Vários estudos mostram relação positiva entre *display* floral nos indivíduos e taxa de visitação (e. g. KLINKHAMER & DE JONG, 1990; MITCHELL *et al.*, 2004; GRINDELAND *et al.*, 2005; MAKINO *et al.*, 2007).

O número de visitas também pode ser influenciado pela densidade de flores na população ou nas vizinhanças de uma espécie vegetal (KLINKHAMER & DE JONG, 1990). Assim, a abundância de uma planta pode ter grandes efeitos na taxa de visitação de seus polinizadores (KUNIN, 1997). Alguns trabalhos mostraram relação positiva entre densidade de indivíduos floridos e taxa de visitação (KLINKHAMER *et al.*, 1989; KUNIN, 1997; THOMPSON, 2001; MAKINO *et al.*, 2007), enquanto outros não mostraram relação significativa entre as duas variáveis (BOSCH & WASER, 1999 e 2001, GOULSON *et al.*, 1998) ou, ao contrário, revelam um efeito negativo da densidade sobre a visitação nas plantas (STOUT *et al.*, 1998; MUSTAJARVI *et al.*, 2001).

Em plantas dependentes de animais para a polinização, a atração de polinizadores é essencial para o sucesso reprodutivo das mesmas (GLAETTLI & BARRETT, 2008). Dessa forma, fatores ecológicos que interferem na relação entre plantas e polinizadores podem influenciar a evolução das estratégias reprodutivas das espécies (THOMSON, 1988). O papel da polinização, regulando as possibilidades de cruzamento entre as plantas, faz com que a evolução da polinização e dos sistemas reprodutivos estejam intrinsecamente ligadas (HARDER & BARRETT, 1996).

A Família Melastomataceae possui aproximadamente 4570 espécies, divididas em 150-166 gêneros (RENNER, 1993). Melastomataceae representa a sexta maior família no Brasil, com mais de 1500 espécies distribuídas pelo

país em diversas formações vegetacionais (ROMERO & MARTINS, 2002). O gênero *Tibouchina* possui cerca de 350 espécies, ocorrendo desde o México e as Antilhas até o norte da Argentina e Paraguai, estando a maior parte das espécies concentradas no Brasil (TODZIA & ALMEDA, 1991). No Paraná existem 30 espécies de *Tibouchina*, 26 nativas e quatro cultivadas, ocorrendo nas formações de floresta ombrófila densa e mista, floresta estacional semi-decidual, estepe e savana (MEYER *et al.*, 2010).

O sistema reprodutivo predominante na família é xenógamo, havendo uma separação espacial entre o estigma e os estames (RENNER, 1989). Apomixia e auto-incompatibilidade não são comuns na tribo Melastomeae (GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998), na qual está inserido o gênero *Tibouchina* (RENNER, 1993).

As anteras de muitas melastomatáceas apresentam deiscência poricida (RENNER, 1989), assim os polinizadores precisam realizar um movimento de vibração em alta frequência com os músculos do vôo (polinização vibrátil ou *buzz pollination*) para que o pólen saia das anteras (BUCHMANN, 1983; LARSON & BARRETT, 1999). Apenas abelhas são capazes de realizar esse movimento vibratório e assim, espera-se que sejam os polinizadores efetivos de *T. trichopoda* (GOLDENBERG & SHEPHERD, 1998; FRANCO *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2011)

O objetivo geral deste trabalho foi estudar a biologia reprodutiva e a influência de fatores ecológicos na quantidade de visitas por polinizadores em *Tibouchina trichopoda*. A partir disso foram enunciados quatro objetivos específicos:

1. Estudar o sistema reprodutivo em *T. trichopoda*, por meio de polinizações controladas.
2. Determinar os visitantes florais bem como seu potencial como polinizadores de *T. trichopoda*.
3. Comparar visitas nas flores nas orientações cardeais Norte e Sul para determinar a influência da maior disponibilidade de luz solar na orientação Norte, e relacionar com dados de sucesso reprodutivo.

4. Relacionar a densidade de flores e de indivíduos com o número de visitas por polinizadores nas orientações cardeais Norte e Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e espécie em foco

O estudo foi realizado em áreas de regeneração natural, na Reserva Natural do Rio Cachoeira (RNRC), localizada dentro da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, Antonina-PR. A reserva é mantida pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem (SPVS), para recuperação ambiental e proteção perpétua. A formação vegetacional encontrada na RNRC é a floresta ombrófila densa (IBGE, 1992). O clima na região é classificado como subtropical úmido mesotérmico (IPARDES, 2001) As chuvas são bem distribuídas o ano inteiro e a ocorrência de geadas é pouco freqüente (IPARDES, 2001). Em Antonina, a temperatura média anual é de 20,6°C e a precipitação média é de 2517,6mm. (IPARDES, 2001). A umidade relativa média do ar é de 85%, variando pouco ao longo do ano. (IPARDES, 2001).

Tibouchina trichopoda, conhecida popularmente como “jacatirão do brejo”, é um arbusto que possui geralmente de um a três metros de altura. As flores são pentâmeras e as pétalas possuem coloração roxa (MEYER *et al.* 2010). O período de floração de *T. trichopoda* se estende de Agosto a Fevereiro, ocorrendo em duas floradas sub-anuais, uma nos meses de Agosto e Setembro e a outra entre os meses de Novembro e Fevereiro (MAIA, 2010). A primeira foi caracterizada por um baixo número de indivíduos floridos e baixa densidade de flores por indivíduo (MAIA, 2010). A segunda florada apresentou um grande número de indivíduos floridos simultaneamente e uma grande densidade de flores na copa das plantas (MAIA, 2010).

2.2 Sistema reprodutivo

Antes de realizar as polinizações controladas foram feitos testes de receptividade do estigma em campo, para indicar o início da receptividade estigmática através da atividade da peroxidase, com o uso peróxido de

hidrogênio (DAFNI, 1992). Para o estudo do sistema reprodutivo foram feitos cinco tratamentos de polinização controlada, sendo as flores acompanhadas até o desenvolvimento dos frutos:

1. Apomixia, retirando os estames e o ápice do estigma, para observar se ocorre formação de sementes sem a fecundação;
2. Autopolinização espontânea, isolando as flores em pré antese;
3. Autopolinização manual, isolando flores em pré antese e, durante a antese, retirando pólen de uma flor do mesmo indivíduo e depositando sobre o estigma da flor previamente isolada;
4. Polinização cruzada, isolando flores em pré antese e durante a antese, retirando pólen de um outro indivíduo para depositar sobre o estigma da flor que foi isolada;
5. Polinização aberta, somente marcando botões e deixando-os expostos a possíveis visitas de polinizadores;

Para cada teste foram utilizadas aproximadamente 70 flores, todas identificadas com plaquetas. O isolamento das flores foi feito com sacos de *voile*. No total foram utilizados 16 indivíduos para realizar os testes reprodutivos.

A partir dos resultados obtidos nos testes reprodutivos foi calculado o índice de autoincompatibilidade (ISI), segundo Bullock (1985), que é a razão entre a produção de frutos entre os tratamentos de autopolinização e polinização cruzada, sendo usualmente considerado que a razão de 0,25 é o limite superior para espécies auto-incompatíveis. As taxas de frutificação dos tratamentos nos quais houve formação de fruto foram comparadas usando o teste G (ZAR, 1999). Para estimar a eficácia das polinizações naturais, foi calculada a eficiência reprodutiva (ER) (OLIVEIRA & GIBBS, 2000), que é a razão entre frutos formados pelo controle e pela polinização cruzada (ZAPATA & ARROYO, 1978).

Para identificação de barreiras de incompatibilidade, foram feitos testes de crescimento do tubo polínico em ensaios de polinização cruzada e de autopolinização manual. Para cada um dos tratamentos foram coletadas cinco flores após 24 e 48 horas a partir da realização da polinização controlada. Os carpelos foram conservados em FAA grau 50 e posteriormente tratados com

NaOH 6N por 50 minutos a 40° C. Os carpelos foram corados com azul de anilina e observados em microscópio de epifluorescência (MARTIN, 1959).

2.3 Polinizadores e disponibilidade de flores

Para a determinação dos polinizadores foi utilizado o método de observação focal (DAFNI, 1992). As observações foram feitas das 7 às 18 horas, em períodos contínuos de 1 hora com o auxílio de uma escada quando necessário. No total foram feitas 150 horas de observação focal. Os polinizadores foram coletados com uma rede entomológica e sacrificados com acetato de etila, sendo posteriormente enviados para identificação.

Para determinar o número de visitas em relação às variáveis: i) orientação cardinal Norte e Sul, ii) densidade floral e iii) proximidade e número de indivíduos floridos da mesma espécie, foi demarcado uma área quadrada de 1,20m X 1,20m nas orientações cardinais Norte e Sul da copa das plantas focais onde todas as flores foram contadas. Todos os animais visitantes que fizeram contato com as estruturas reprodutivas das flores dentro dessa área foram coletados. O número de visitas por polinizadores nas flores ocorrendo nas orientações cardinais Norte e Sul foram contados havendo alternância entre elas. A distância dos indivíduos floridos próximos àquele em observação foi medida com uma trena. Foram considerados todos os indivíduos floridos dentro de um raio de 15m da planta observada.

3. RESULTADOS

3.1. Biologia reprodutiva

A antese das flores de *T. trichopoda* ocorreu entre as cinco e seis horas da manhã e mesmo antes da antese o estigma já se apresentou receptivo. A duração das flores foi de dois dias, sendo que no segundo dia as flores apresentaram mudança de coloração e abscisão das pétalas ao final do dia. A única recompensa floral observada foi o pólen.

As polinizações controladas indicaram que *T. trichopoda* é autocompatível, e não apresentou mecanismos de autopolinização espontânea

e apomixia (Tabela 1). Os tratamentos polinização aberta, polinização cruzada e autopolinização manual não apresentaram diferenças significativas no percentual de frutos formados ($F=0,17$; $GL=2,226$; $P>0,05$).

O crescimento de tubo polínico foi apenas observado em uma amostra de tratamento de autopolinização manual, sendo que 48 horas após a polinização foi observado que o tubo polínico penetrou o ovário (Figura 1).

3.2 Polinizadores e disponibilidade de flores

Durante o período de estudo foram coletadas apenas abelhas, sendo 11 espécies de polinizadoras e uma espécie de pilhadora (Tabela 2). O comportamento das abelhas dos gêneros *Bombus*, *Centris*, *Thygater* e *Xylocopa* foi semelhante. As abelhas se aproximavam da flor, pairavam em frente à flor por um instante e vibravam vários estames de uma só vez liberando uma nuvem de pólen. As abelhas do gênero *Augochloropsis* vibravam cada antera individualmente, criando uma nuvem de pólen que poderia entrar em contato com o estigma. As abelhas do gênero *Tetragonisca* se comportaram como pilhadoras de pólen, retirando o pólen através da mastigação do ápice das anteras (Tabela 2).

A média do número de visitas (Figura 2A) assim como o número de flores (Figura 2B) nas orientações cardeais Norte e Sul foi semelhante ($F=0,03$; $GL=1;18$; $P>0,05$; $F=0,0105$; $GL=1;18$; $P>0,05$, respectivamente). O número médio de visitas não variou com a distância dos indivíduos mais próximos ($F=1,72$, $GL=2;17$, $P>0,05$) (Figura 2C), mas apresentou uma relação fraca, porém positiva com o número de indivíduos próximos ($r^2=0,09$; $F=4,78$; $GL=1,38$; $P<0,05$) (Figura 2D). Houve aumento do número de visitas com o aumento da disponibilidade de flores ($r^2=0,47$; $F=36,05$; $GL=1;38$; $P<0,05$) (Figura 2E). Houve grande variação individual na produção de flores ($F=25,21$; $GL=9,30$; $P<0,05$) (Figura 2F) e os indivíduos de *T. trichopoda* que produziram mais flores também foram aqueles que receberam mais visitas ($F=3,53$; $GL=9,30$; $P<0,05$) (Figura 2G).

4.DISCUSSÃO

As variações de disponibilidade florais observadas em *Tibouchina trichopoda* afetam a taxa de visitação pelas abelhas, das quais *T. trichopoda* depende para a reprodução. Esta dependência pode se dar por transferência de autopólen ou pólen de indivíduos distintos, uma vez que *T. trichopoda* é autocompatível. Apesar de ser autocompatível, não ocorre autopolinização espontânea em função da separação espacial das anteras e do estigma (hercogamia) e pela anatomia poricida das anteras (RENNER, 1989), reforçando a importância de vetores de pólen nesta espécie.

Em *T. trichopoda* foi observado que o tamanho do *display* floral, em nível individual, afeta positivamente o número de visitas. De fato, uma das estratégias usadas por plantas para atrair polinizadores é a produção de um grande *display* floral (GRINDELAND *et al.*, 2005) e vários estudos mostram um aumento no número de flores visitadas por polinizadores em indivíduos com grande *display* floral (BARRETT *et al.*, 1994; HARDER & BARRETT, 1995, GOULSON *et al.*, 1998; GALLOWAY *et al.*, 2002). Em *T. trichopoda*, em função da autocompatibilidade, uma grande produção de flores em um indivíduo poderia resultar em uma grande proporção das polinizações ocorrendo por geitonogamia (BARRETT, 1998; HARDER & BARRETT, 1995). Além disto, durante a polinização vibrátil realizada por *Bombus*, *Centris*, *Thygater* e *Xylocopa* o pólen poderia se depositar no estigma da flor visitada, realizando uma autopolinização direta (LARSON & BARRETT, 1999). O mecanismo de autogamia e geitonogamia pode levar à depressão endogâmica, reduzindo a viabilidade dos descendentes (ECKERT & BARRETT, 1994; BARRETT, 2003) e ao *pollen discounting*, quando se considera que o pólen usado na autopolinização não está sendo exportado para outros indivíduos, reduzindo a fertilidade masculina nas polinizações cruzadas (HARDER & BARRETT, 1995; BARRETT, 2003). Esta autocompatibilidade reduz a variação genotípica, podendo levar a uma menor resposta das populações a variações no ambiente, através da seleção natural (HOLSINGER, 2000). Porém, a autocompatibilidade pode ser vantajosa em espécies pioneiras, como *T. trichopoda*, por trazer

vantagens para a ocupação de novos ambientes (HOLSINGER, 2000), como os locais onde *T. trichopoda* ocorre (Tiago Malucelli, observações pessoais).

Em nível populacional o aumento da densidade de indivíduos, e conseqüentemente de flores (medido através da distância do indivíduo florido mais próximo) não mostrou grande influência no número de visitas à *T. trichopoda*. Outros estudos obtiveram resultados semelhantes (GOULSON *et al*, 1998; BOSCH & WASER 1999, 2001). Por outro lado, houve uma fraca, porém positiva, relação entre número de indivíduos próximos e o número de visitas. É possível então que a densidade de indivíduos afete o número de visitas em *T. trichopoda*, mas devido à alta densidade de plantas pode ocorrer competição entre os indivíduos pelo serviço de polinização (STOUT *et al*, 1998), com diluição da taxa de visitas por flor. Um outro aspecto não considerado neste estudo e que pode ter influenciado os resultados dos testes de densidade de indivíduos é o tamanho do display floral nos indivíduos analisados em relação ao *display* floral dos demais indivíduos co-específicos. É possível que algumas plantas não estivessem próximas de outros indivíduos floridos, porém, apresentaram grande display floral, enquanto que outras estavam em agregados de indivíduos floridos, porém possuíam um display floral pequeno.

As médias das visitas nas orientações cardeais Norte e Sul foram semelhantes já que o número de flores nas duas orientações não variou e foi positivamente relacionado á taxa de visitação. No entanto, em *T. trichopoda* pode ocorrer maior número de flores na orientação Norte (MAIA, 2010). Essa divergência deve ter ocorrido porque no presente estudo foi observado que em muitos indivíduos a floração não era sincronizada em toda a copa da planta (ou seja, as faces Norte e Sul da copa estavam em fases diferentes de desenvolvimento das flores), enquanto que no estudo anterior os indivíduos apresentaram floração sincronizada em toda a copa da planta. Nesta situação de floração concomitante nas orientações cardeais Norte e Sul foram observadas diferenças de alocação reprodutiva entre as orientações cardeais (MAIA, 2010). Interessante notar que o maior sucesso reprodutivo na orientação cardeal Norte em função do maior número de flores observado no

estudo de MAIA (2010) só é possível em virtude da maior visitação por polinizadores quando há mais flores (este estudo) apoiando a idéia de que as variações de sucesso reprodutivo em *T. trichopoda* dependem das taxas de visitação pelas abelhas polinizadora

6. CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou o sistema reprodutivo de *T. trichopoda* e a influência de fatores ecológicos na atração de polinizadores. *Tibouchina trichopoda* é uma espécie autocompatível e não apresenta apomixia e autopolinização espontânea. Todos os polinizadores encontrados são abelhas (11 espécies) que realizam polinização vibrátil para retirar o pólen das anteras poricidas. Apenas uma espécie de abelha foi considerada pilhadora. O *display* floral teve um efeito positivo na frequência de visitas por polinizadores. A densidade de indivíduos floridos influenciou positivamente a visitação, porém a relação foi fraca. A visitação nas orientações Norte e Sul foi igual, assim como o número de flores.

Os resultados mostram que *T. trichopoda* é dependente de polinizadores para sua reprodução e que esses polinizadores são atraídos pelo contexto populacional dos indivíduos e de suas flores. A atração dos polinizadores em *Tibouchina trichopoda* parece ser importante para a manutenção do sucesso reprodutivo.

5. LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 3 – Sucesso reprodutivo (%) em diferentes tratamentos reprodutivos (número total de flores tratadas). ISI –Índice de autoincompatibilidade, ER – eficiência reprodutiva

Tratamento	Sucesso reprodutivo
Apomixia	0 (71)
Autopolinização espontânea	0 (70)
Autopolinização manual	54,7 (75)
Polinização cruzada	50,7 (73)
Polinização aberta	52,5 (80)
ISI	1,1
ER	1,0

Tabela 4 – Visitantes florais de *T. trichopoda*, papel na polinização e método de coleta de pólen

Espécie	Papel na polinização	Método de coleta de pólen
<i>Augochloropsis sp. 1</i>	Polinizador	Vibração das anteras individualmente
<i>Augochloropsis sp. 2</i>	Polinizador	Vibração das anteras individualmente
<i>Augochloropsis sp. 3</i>	Polinizador	Vibração das anteras individualmente
<i>Augochloropsis sp. 4</i>	Polinizador	Vibração das anteras individualmente

<i>Bombus</i> (<i>Fervidobombus</i>) <i>brasiliensis</i> (Lepelletier, 1836)	Polinizador	Vibração de várias anteras simultaneamente
<i>Bombus</i> (<i>Fervidobombus</i>) <i>morio</i> (Swederus, 1787)	Polinizador	Vibração de várias anteras simultaneamente
<i>Bombus</i> (<i>Fervidobombus</i>) <i>pauloensis</i> Friese, 1913	Polinizador	Vibração de várias anteras simultaneamente
<i>Centris (Aphemisia)</i> <i>mocsaryi</i> (Friese, 1899)	Polinizador	Vibração de várias anteras simultaneamente
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	Pilhador	Mastigação do ápice da antera
<i>Thygater sp.</i>	Polinizador	Vibração de várias anteras simultaneamente
<i>Xylocopa (Neoxylocopa)</i> <i>brasilianorum</i> (Linnaeus, 1767)	Polinizador	Vibração de várias anteras simultaneamente
<i>Xylocopa (Neoxylocopa)</i> <i>frontalis</i> (Olivier, 1789)	Polinizador	Vibração de várias anteras simultaneamente

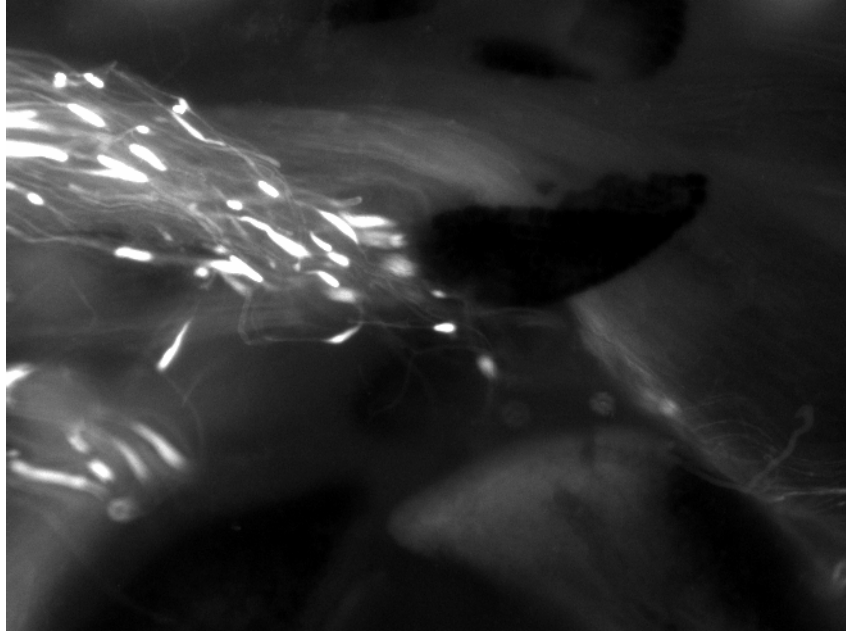


Figura 1 – Tubo polínico 48 horas após o tratamento de autopolinização manual, no ovário de *Tibouchina trichopoda*

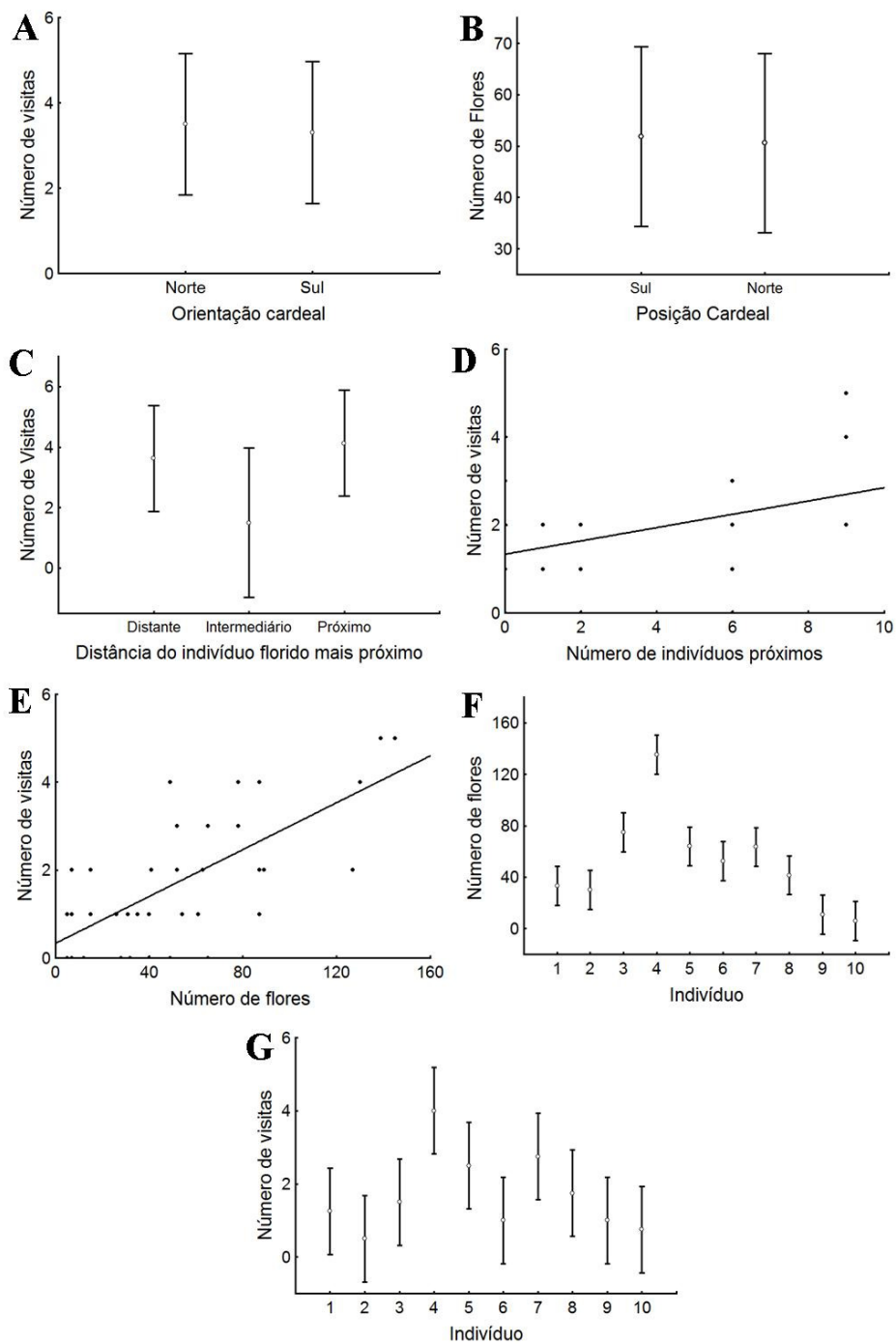


Figura 2 – A. Variação do número de visitas em função das orientações cardiais Norte e Sul; B. Variação do número de flores em relação as orientações cardiais Norte e Sul; C. Variação do número de visitas em função

da distância do indivíduo florido mais próximo; D. Relação entre o número de visitas em função do número de indivíduos próximos em um raio de 15m (equação da reta: $NO\ VISITAS = 1,34 + 0,15\ NO\ INDIVIDUOS\ PRÓXIMOS$); E. Relação entre o número de visitas por abelhas em função do número de flores disponíveis na copa (equação da reta: $NO\ VISITAS = 0,33 + 0,03\ NO\ FLORES$); F. Variação do número de flores em cada indivíduo observado; G. Variação do número de visitas em cada indivíduo observado

REFERÊNCIAS

BARRETT, S.C.H., HARDER, L.D. & COLE, W.W. Effects of flower number and position on self-fertilization in experimental populations of *Eichhornia paniculata* (Pontederiaceae). *Functional Ecology*, v. 8, p. 526–535. 1994.

BARRETT, S.C.H. The evolution of mating strategies in flowering plants. *Trends in Plant Science*. v. 3. p. 335–341. 1998.

BARRETT, S.C.H. Mating strategies in flowering plants: the outcrossing-selfing paradigm and beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society Ser. B.*, v. 358, p.991–1004. 2003.

BOSCH, M. & WASER, N.M. Effects of local density on pollination and reproduction in *Delphinium nuttallianum* and *Aconitum columbianum* (Ranunculaceae). *American Journal of Botany*, v. 86, p. 871–879, 1999.

BOSCH, M. & WASER, N.M. Experimental manipulation of plant density and its effect on pollination and reproduction of two confamilial montane herbs. *Oecologia*, v. 126, p. 76–83, 2001.

BUCHMANN, S.L. Buzz pollination in Angiosperms. In: JONES, M. C.E. & LITTLE, R.J. (Eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983. p. 73-113.

BULLOCK, S.H. Breeding systems in the flora of a tropical dioecious forest. *Biotropica*, v.17, p. 287-301, 1985.

DAFNI, A. *Pollination ecology: a practical approach*. New York: Oxford University Press, 1992. 250 p.

ECKERT, C.G. & BARRETT, S.C.H. Inbreeding depression in partially self-fertilizing *Decodon verticillatus* (Lythraceae): population-genetic and experimental analysis. *Evolution*, v. 48, p. 952–964. 1994.

FRANCO, A. M.; GOLDENBERG, R. & VARASSIN, I. G. Pollinator guild organization and its consequences for reproduction in three synchronopatric species of *Tibouchina* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 55, p. 381-388. 2011.

GALLOWAY, L. F.; CIRIGLIANO, T. & GREMSKI, K. The contribution of display size and dichogamy to potential geitonogamy in *Campanula americana*. *International Journal of Plant Science*. v. 163. p. 133-139. 2002.

GLAETTLI, M. & BARRETT, S. C. H. Pollinator responses to variation in floral display and flower size in dioecious *Sagittaria latifolia* (Alismataceae). *New Phytologist*, v. 179, p. 1193–1201, 2008.

GOLDENBERG, R. & SHEPHERD G. J. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in “cerrado” vegetation. *Plant Systematic Evolution*, v. 211, p. 13–29, 1998.

GOULSON, D.; HAWSON, S. A. & STOUT, J. C. Foraging bumble bees avoid flowers already visited by conspecifics or by other bumble bee species. *Animal Behaviour*, v. 55, p. 199–206. 1998.

GRINDELAND, J. M.; SLETVOLD, N. & IMS, R. A. Effects of floral display size and plant density on pollinator visitation rate in a natural population of *Digitalis purpurea*. *Functional Ecology*, v. 19, p. 383–390, 2005.

HARDER, L.D. & BARRETT, S.C.H. Mating cost of large floral displays in hermaphrodite plants. *Nature*, v.373, p.512–515. 1995.

HARDER, L. D. & BARRETT, S. C. H. Pollen dispersal and matting patterns in animal-pollinated plants. In: LLOYD, A. H. & BARRETT, S. C. H. (Eds.). *Floral Biology: Studies on Floral Evolution in Animal-Pollinated Plants*. New York: Chapman e Hall, 1996. p. 140–190.

HOLSINGER, K. E. Reproductive systems and evolution in vascular plants. *PNAS*. v. 97 p. 7037-7042. 2000.

IBGE, 1992. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro, Série Manuais Técnicos em Geociências: IBGE, 1992. 92 p.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Social. *Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba*. Curitiba: IPARDES, 2001.150 p.

KLINKHAMER, P.G.L & DE JONG, T.J. Effects of plant size, plant density, and sex differential nectar reward on pollinator visitation in the protandrous *Echium vulgare* (Boraginaceae). *Oikos*, v. 57, p. 399–405, 1990.

KLINKHAMER, P.G.L.; DE JONG, T.J. & DEBRUYN, G.J. Plant size and pollinator visitation in *Cynoglossum officinale*. *Oikos*, v. 54, p. 201–204, 1989.

KUNIN, W. E. Population size and density effects in pollination: pollinator foraging and plant reproductive success in experimental arrays of *Brassica kaber*. *Journal of Ecology*, v. 85, p. 225–234, 1997.

LARSON, B. M. H. & BARRETT, S. C. H. The pollination ecology of buzz pollinated *Rhexia virginica* (Melastomataceae). *American Journal of Botany*, v. 86, p. 502–511, 1999.

MAIA, F. R. Influência dos fatores individuais e espaciais no sucesso reprodutivo de *Tibouchina trichopoda* em áreas de regeneração natural de Mata Atlântica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

MAKINO, T. T.; OHASHI, K. & SAKAI, S. How do floral display size and the density of surrounding flowers influence the likelihood of bumble bee revisitation to a plant? *Functional Ecology*. v. 21. p. 87–95. 2007.

MARTIN, F. W. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Technology*. v. 37. p. 125-128. 1959.

MEYER, F. S; GUMARÃES, P. J. F. & GOLDENBERG, R. Tibouchina (Melastomataceae) do estado do Paraná, Brasil. *Rodriguésia*, v.61, p. 615–638, 2010.

MITCHELL, R. J.; KARRON, J. D.; HOLMQUIST, K. G.; & BELL, J. M. The influence of *Mimulus ringens* floral display size on pollinator visitation patterns. *Functional Ecology*. v. 18. p. 116–124. 2004.

MUSTAJÄRVI, K.; SIIKAMÄKI, P.; RYTKÖNEN, S. & LAMMI, A. Consequences of plant population size and density for plant–pollinator interactions and plant performance. *Journal of Ecology*. v. 89. p. 80 – 87. 2001.

OHASHI, K. & YAHARA, T. Effects of variation in flower number on pollinator visits in *Cirsium purpuratum* (Asteraceae). *American Journal of Botany*, v. 85, p. 219–224, 1998.

OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P. E. Reproductive biology of Woody plants in a cerrado community. *Flora*. v.195. p. 311-329. 2000.

PEREIRA, A. C.; SILVA, J. B.; GOLDENBERG, R; MELO; G. A. R.; VARASSIN, I, G. Flower color change accelerated by bee pollination in Tibouchina (Melastomataceae). *Flora*, v.206. p. 491-497.

RENNER, S.S. A survey of reproductive biology in neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 76, p. 496–518, 1989.

RENNER, S.S. Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. *Nordic Journal of Botany*, v. 13, p. 519-540, 1993.

ROMERO, R. & MARTINS, A. B. Melastomataceae no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, p.19-24, 2002.

STOUT, J. C.; ALLEN, J. A.; & GOULSON, D. The influence of relative plant density and floral morphological complexity on the behaviour of bumblebees. *Oecologia*, v.117, p. 543–550, 1998.

THOMPSON, J. D. How do visitation patterns vary among pollinators in relation to floral display and floral design in a generalist pollination system? *Oecologia*, v. 126, p. 386–394, 2001.

THOMSON, J. D. Effects of variation in inflorescence size and floral rewards on the visitations rates of traplining pollinators of *Aralia hispida*. *Evolutionary Ecology*, v. 2, p. 65–76, 1988.

TODZIA, A.C. & ALMEDA, F. A revision of *Tibouchina* section *Lepidotae* (Melastomataceae: Tibouchineae). *Proceedings of the California Academy of Science*, v. 47, p. 175-206, 1991.

ZAPATA, T.R. & ARROYO, M. T. K. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica*. v. 10. p. 221-230. 1978.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 630 p.