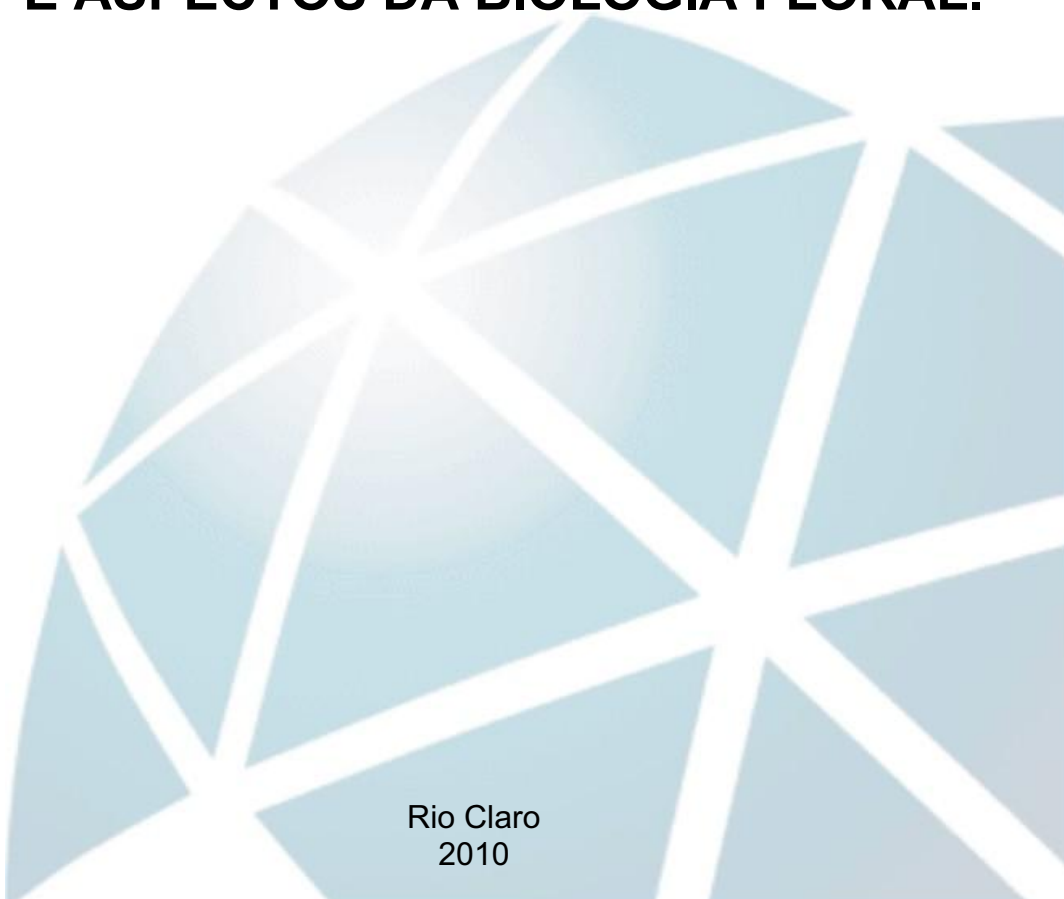

CURSO

BRUNO BARUFATTI GRISOLIA

**COMPORTAMENTO FORRAGEIRO DE
ABELHAS VISITANTES DE SOLANUM
LYCOCARPUM (SOLANACEAE) ST. HILL
E ASPECTOS DA BIOLOGIA FLORAL.**



Rio Claro
2010

Bruno Barufatti Grisolia

Comportamento forrageiro de abelhas visitantes de *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) St. Hill e aspectos da Biologia Floral.

Orientador: Profa. Dra. Maria José de Oliveiras Campos

Co-orientador: Msc. Gleiciani Burger Patricio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de licenciado e bacharel em Ciências Biológicas

Rio Claro

2010

595.799 Grisolia, Bruno Barufatti
G869c Comportamento forrageiro de abelhas visitantes de
Solanum lycocarpum (Solanaceae) St. Hill e aspectos da
biologia floral / Bruno Barufatti Grisolia. - Rio Claro : [s.n.],
2010
36 f. : il., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado
- Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Maria José de Olivera Campos
Co-Orientador: Gleiciani Bürger Patricio

1. Abelha. 2. Abelhas vibratórias. 3. Polinização. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Nenhum Animal é Insatisfeito

“Eu penso que poderia retornar e viver com animais, tão plácidos e autocontidos; eu paro e me ponho a observá-los longamente. Eles não se exaurem e gemem sobre a sua condição; eles não se deitam despertos no escuro e choram pelos seus pecados; eles não me deixam nauseado discutindo o seu dever perante Deus. Nenhum deles é insatisfeito, nenhum enlouquecido pela mania de possuir coisas; nenhum se ajoelha para o outro, nem para os que viveram há milhares de anos; nenhum deles é respeitável ou infeliz em todo o mundo.”

Walt Whitman

AGRADECIMENTOS

Diversas pessoas tiveram importância tanto para o meu crescimento pessoal quanto para o desenvolvimento desse trabalho. É lógico que você precisa ter iniciativa própria, mas são as pessoas que estão próximas a você que tornam isso possível. Agradeço a todos que de uma forma ou outra me ajudaram a entender um pouco de uma pequena parte da vida que ainda existe em nosso Planeta Terra.

Muitas pessoas merecem agradecimentos, mas algumas foram inesquecíveis, tornando tudo mais fácil com momentos inexplicáveis:

Agradeço aos meus pais, Alexéia e Claudio, que, apesar de chuvas e tempestades, sempre ouviram minhas idéias nada convencionais e deram todo o tipo de apoio, não só na faculdade, como em toda a vida, desde quando eu vivia a pegar formigas, grilos e minhocas no jardim. Esses são aqueles que realmente foram compreensivos com minhas dúvidas, sonhos e decepções, sempre dando, de uma forma ou outra, todo tipo de incentivo para eu seguir em frente.

Agradeço aos meus amigos de faculdade, que foram os parceiros de verdade do começo do primeiro ano até hoje, transformando momentos chatos em horas engraçadas e proveitosas. É tanta coisa para agradecer, que nem vai dar para falar tudo. Mas, agradeço principalmente por me ajudarem a crescer um bocadinho esses anos todos; ficaria até mal se não falasse de cada um aqui. Uma das certezas que eu posso falar para todos aqui é que, sem dúvida, vocês ainda vão dar muito orgulho para todo mundo que estiver à volta de vocês.

Ao Betânia, que me deu apoio em minhas pequenas revoluções; seja nos trabalhos, ou seja na vida. Por que, enfim, fossem elas boas ou ruins, de qualquer forma, ele sempre estava lá para dar uma força. Esse eu quero continuar sendo amigo por muitos aniversários, mesmo que ele caia no jogo e esqueça-se dos seus amigos biólogos mortais.

Ao Frodo, que sempre fará com que eu me lembre de sua frase: “Zoologia é o que há” e será, segundo a Carmen já dizia, o loirinho que desenha bem. Um cara que sempre esteve calmo, me chamando pra jogar alguma coisa ou participar de algo, mesmo que um cataclisma estivesse

ocorrendo. Além do mais ele é o cara dos bois e acho que o único na vida com que eu tive prazer de levar uma água-viva em cima de uma placa de plástico.

Ao Hanson, que foi brother de todos esses anos e o piadista oficial do rolê. Uma coisa eu tenho certeza, nem vai dar para encontrar em nenhum lugar alguém que sabe tanto trocadilho e é tão mestre nas pegadinhas. Apesar disso, sempre me deu aqueles sermões que, cabeça dura que eu sou, demorou muito para eu ouvir, mas uma hora acabaram tendo efeito para eu ter mais iniciativa e ficar mais de boa com a vida.

Ao Socó, que, entre um peixe e outro, sempre esteve presente todas as horas, todas mesmo, até para ser um cúmplice, atuando como vigia, e, acabar salvando minha vida. Esse foi um amigão dos rolês e zuerinhas em todos os lugares, seja em Rio Claro, Picinguaba ou no Encontro de Abelhas.

Ao Pivete, o mais responsável de todos. Por ser companheiro na monitoria, pelas horas de truco, por tudo um pouco.

Ao Urso, que era o mais certinho de todos e depois desandou totalmente. É cara, vou sentir saudades das coisas que só você tinha coragem de fazer, como dançar no meio da rua com um controle remoto e uma bandana.

Aos GEECAS, um agradecimento em particular, por tantos momentos divertidos no campo, tantas idas e vindas, tantas conversas que fizeram de um estágio uma etapa de grandes contribuições para a minha formação.

Um agradecimento especial para a Glei que me motivou, olhou com paciência qualquer que fosse meu trabalho e proporcionou momentos divertidos.

A outros GEECAS, como o Socó (novamente), a Paula, Audrei, Emily, que dão força ao grupo, além de eu saber que são pessoas com quem eu posso contar.

Aos geequinhas, dos quais não me lembro dos nomes, mas em quem eu vejo grande potencial de continuar com um grupo sólido de pesquisas.

Ao pessoal de Tupã:

Ao Marcos, que eu conheço desde moleque e foi o brother das tardes de video-game, ou de explorar as casas abandonadas.

E ao Tadeu, também, outro que eu conheço desde moleque e hoje está em suas peripécias pela Europa.

À Dany, com quem eu vi junto um ou outro nascer do sol e é alguém que eu sempre posso contar com um abraço quando eu quiser. Obrigado pelos vários momentos juntos, desde aqueles nada tradicionais, aos de hoje.

Ao Pedrão, que mesmo longe, sempre continua parceiro, trocando ideias e me incentivando nas coisas que eu queira fazer. Seja, entre um vaso ou outro, santa ou rpg, é alguém que eu sempre vou considerar muito.

Ao João Carlos, que mesmo me zutando por eu ter sido o único cara de branco, eu sei que foi meu amigo esses anos todos.

À Taynara, menina única que, dificilmente, vou conhecer uma igual, por passar um tempo comigo em chão firme e lá no alto e, tornar todas as coisas proibidas em coisas fáceis de se fazer.

Ao Alexandre, que sempre me deu conselhos sinceros, além de ser alguém que eu sempre posso ir trocar alguma ideia quando eu quiser.

À Mayara, pelas muitas madrugadas que passei na casa dela, pelos filmes de terror e por ter sido aquela menina que você não enxerga defeito nenhum, mesmo depois de alguns anos de convivência.

À Turma de Ciências Biológicas 2007, que, como diria a Maria Rosa: É uma turma que viaja...

Algumas dessas pessoas realmente marcaram: a Pri, com sua risada, a Dengue, com o seu “filho da putinha”, Tamie, Ricota, Larva, com suas retóricas bem peculiares. À Liu e à Paulinha que tornaram alguns dos meus momentos mais alegres. Ao Lilo, ao Mudinho, que sempre tentaram integrar a classe. À Annie, Papi, Clara, Bis, Curiosa, Poita...

Em especial agradeço à Mentira e a Mariana, duas meninas que eu vejo que terão um futuro brilhante quaisquer que sejam os caminhos traçados. Esteja a Mentira na China, ou a Mariana em uma pesquisa de ponta, vou sempre considerar muito essas duas.

À alguns professores que me ajudaram nessa jornada, como a Leila, Beto, Netto, Segatto seja nas próprias aulas, conversas no corredor ou em outras ocasiões da vida acadêmica.

À Vivi, que eu conheço a pouco tempo, mas eu sei que é uma pessoa com quem eu vou poder contar.

À Livia, por ter partilhado comigo alguns momento rock n'roll

À outras pessoas, que considero bastante e que conheci ao longo desse curso de Biologia, Tá, Vidaloka, Zuado, Kadu, Muzambinha, Muzambinho, Cascão, Gorfo, Pássaro, Luciana.

E não poderia esquecer-me da minha orientadora, a Zezé, que teve tanta paciência comigo nesses anos de trabalho. Além de ser alguém que sempre acreditou em mim, me concedendo autonomia para encarar os desafios dessa vida de jovem pesquisador.

Por ventura posso ter esquecido de um ou outro, mas posso dizer que, mesmo assim, algumas pessoas contribuíram de forma inequívoca para que tudo isso se realizasse. Nesse conhecer pessoas, aprendi que, como dizia Goethe : “As pessoas devem ser tratadas como se elas fossem o que poderiam ser, assim você as ajuda a se tornarem aquilo o que elas são capazes de ser”

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS	18
3. MATERIAL E MÉTODO.....	19
4. CONCLUSÃO.....	31
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

Resumo

A polinização é um serviço indireto prestado pelos ecossistemas, de valor ambiental e econômico para a sociedade humana. Em função dessa importância, a conservação de espécies de abelhas nativas é fundamental e o conhecimento de aspectos da biologia e ecologia dessas espécies é a base para a proposição de planos de manejo e conservação. Neste trabalho, foram feitas observações focais, avaliando os padrões de atividades diárias e sazonais, com ênfase no comportamento de coletas de recursos de abelhas nativas em flores de *Solanum lycocarpum*, uma espécie em que é característica a síndrome de polinização vibrátil. Os visitantes observados foram dez espécies de abelhas: *Apis mellifera* L., *Oxaea flavescens* K.; *Centris* sp1, *Centris* sp2, *Exomalopsis* sp., *Xylocopa suspecta* M., *Xylocopa frontalis* K., *Bombus morio* S., *Bombus atratus* F., *Trigona* sp., além de espécies de abelhas da família Halictidae. As abelhas maiores, como *Xylocopa*, *Oxaea*, *Centris* e *Bombus* são certamente os polinizadores mais eficientes de *Solanum lycocarpum*. Isso se deve ao comportamento dessas abelhas nas flores, particularmente em relação à posição da abelha em relação ao cone de anteras quando forrageia e à sequência de movimentos que cada uma desenvolve nas flores.

Palavras-chaves: comportamento forrageiro, *Solanum lycocarpum* St. Hill, abelhas vibratórias

1- Introdução

Além dos serviços prestados pelos ecossistemas de valor direto para a sociedade humana, como produção de alimento, madeira e fibras, existem serviços de valor indireto, entre eles a polinização, que pode ser mediada por fatores abióticos, como o vento ou por agentes bióticos, como aves, mamíferos e insetos - entre eles as abelhas. Em dados estimados, é evidente a maior contribuição das abelhas nesse panorama, em especial no tocante a produção de alimentos, uma vez que 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo são polinizadas por alguma espécie de abelha (Apoidea), 19% por moscas, 6,5% por morcegos, 5% por vespas, 5% por besouros, 4% por pássaros e 4% por borboletas e mariposas (FAO, 2004).

A polinização consiste na transferência do pólen presente nas anteras para os estigmas de uma flor receptiva do mesmo pé ou de pés diferentes. É a primeira etapa do processo reprodutivo cujo sucesso pode ser avaliado pelo número de óvulos fecundados. Quanto mais eficiente for o processo de polinização, ou seja, quanto maior for o número de grãos de pólen viáveis e compatíveis depositados sobre o estigma, maior será a competição entre eles para fecundar os óvulos e maior será a porcentagem de fertilização (FREITAS, 1997).

A garantia da manutenção do processo de polinização por uma fauna apícola diversificada e abundante tem sido apontada por muitos autores como uma estratégia para aumentar a produção agrícola em um cenário de aumento da demanda por uma população crescente e ao mesmo tempo um cenário no qual não há possibilidade de expansão das fronteiras agrícolas sem o comprometimento definitivo das últimas reservas ocupadas por vegetação nativa

A fertilização da maioria dos óvulos e a formação de um maior número de sementes e frutos de qualidade superior, é uma consequência direta da polinização. Multiplicando-se isso pelos milhões de flores normalmente encontradas em uma área agrícola, pode-se ver como o processo de polinização afeta a produção final de uma cultura.

Embora algumas espécies de plantas realizem a autopolinização, esse processo é, muitas vezes, evitado por diferentes mecanismos, já que pode comprometer a diversidade genética. A xenogamia (transferência de pólen entre flores de plantas diferentes), por outro lado, resulta em muitos casos, na maior produção bem como diminuição das perdas na colheita. Os benefícios em produção vão além do aumento no número de frutos vingados. A polinização efetiva também promove um maior número de sementes por frutos e uma

conseqüente melhora na qualidade dos mesmos, por aumento do peso ou tamanho bem como pela diminuição da incidência de malformação. Além dessas vantagens, observa-se também um conjunto de outros fatores que agregam valor aos cultivos e evidenciam ainda mais a importância dos polinizadores, abelhas principalmente, como, por exemplo, aumento do teor de óleos, encurtamento do ciclo de certas culturas agrícolas e uniformização do amadurecimento dos frutos (WILLIAMS et al., 1991). Em contrapartida, em determinadas espécies de plantas; as flores que não foram adequadamente polinizadas abortaram (FREE, 1993).

A polinização, vista como um serviço prestado pelos ecossistemas é, sem dúvida, a maior contribuição das abelhas para a Humanidade, tanto na esfera econômica como ambiental. Há uma carência, entretanto, de divulgação da importância da polinização para a sociedade humana que contemple essa abordagem. O resultado disso é a existência de uma lacuna de compreensão a respeito da importância da polinização para ecossistemas silvestres e agrícolas e das conseqüências do desaparecimento de um grande número de espécies da maioria das áreas agrícolas no mundo todo.

O retorno econômico direto advindo da polinização de plantas cultivadas está estimado em 40 bilhões de dólares anuais, sem considerar o valor da polinização de espécies forrageiras que alimentam o gado de corte e de leite (SHEPHERD et al., 2003). Quando se faz um cálculo direto, como tem sido relatado para os Estados Unidos, quando se considera o cultivo de plantas utilizadas diretamente como alimento humano, os insetos, especificamente, representam uma importância econômica crucial, podendo gerar 20 milhões de dólares anuais. (SHEPHERD et. al., 2003). As abelhas, em especial, segundo MCGREGOR (1976) contribuem em mais de um terço de nossa alimentação, já que dependem de pólen e néctar tanto para a alimentação de adultos quanto para o provisionamento de ninhos, tornando-se o principal grupo de polinizadores na região neotropical (ROUBIK, 1989).

Somente na indústria de sementes de alfafa, as abelhas (*Medicago sativa*) no Canadá, desempenham um serviço avaliado em 6 milhões de dólares canadenses por ano. Nos Estados Unidos, apenas os polinizadores nativos promovem um serviço estimado em US\$ 4,1 bilhões de dólares por ano (KEVAN, 1999). Em termos globais, a contribuição dos polinizadores às principais culturas dependentes desses agentes alcança US\$ 54 bilhões de dólares por ano. (KENMORE; KRELL, 1998).

O manejo racional de polinizadores, que visa os serviços de polinização e a melhoria da produção agrícola, isto é, o uso de agentes polinizadores em áreas cultivadas, é uma

atividade complexa, pois tal manejo racional requer do responsável bons conhecimentos sobre biologia das plantas, peculiaridades da polinização da cultura em questão e eficiência do agente polinizador empregado.

Tais conhecimentos são fundamentais e primordiais para o sucesso do manejo.

Alguns exemplos ilustram essa necessidade: o conhecimento, por exemplo, de que devido à morfologia da flor da macieira (*Malus domestica* L.), as abelhas que coletam pólen apresentam uma eficiência polinizadora bem superior que as que coletam néctar (FREITAS e PAXTON, 1996). Ou ainda de que arranjo floral do girassol (*Helianthus annuus* L.) faz com que ele a polinização seja mais efetiva quando é visitado por abelhas coletoras de néctar e que isso ocorre porque a sua inflorescência constitui-se em um capítulo formado por centenas de pequenas flores que abrem em seqüência de fora para dentro da inflorescência, ao longo de vários dias. As flores passam primeiro por uma fase masculina, na qual liberam pólen, e somente depois entram na fase feminina quando tornam-se receptivas para serem polinizadas. Dessa forma, as abelhas que coletam pólen limitam suas visitas apenas as flores na fase masculina que ainda não estão receptivas a polinização, enquanto que as abelhas coletoras de néctar visitam todas as flores da inflorescência, efetuando a polinização daquelas que estão na fase feminina (FREE, 1993).

O manejo racional dos polinizadores apóia-se tradicionalmente nas atividades de apicultura onde já existem técnicas bem elaboradas para a criação de colônias de *Apis mellifera* e o maior objetivo é a produção de mel e a obtenção de outros produtos fornecidos por essas abelhas. BUCHMAN e NABHAN (1996) apontam que, muitas vezes, entretanto, a utilização dessas abelhas na polinização de diferentes frutíferas (ex.: *Citrus* L.) apresenta um valor econômico muito maior que o obtido com os seus produtos.

A utilização exclusiva de *Apis mellifera* na polinização de várias culturas culminou em um grande problema ecológico. Por se tratar de uma abelha eussocial, que constitui grandes colônias, essa espécie necessita de uma grande quantidade de recursos florais (principalmente pólen). Uma vez que se trata de espécie introduzida no continente americano, a sobreposição de nicho com as espécies de abelhas nativas torna a competição acirrada e favorável a *Apis mellifera*, uma vez que tal abelha recruta indivíduos da mesma colônia para forragear em recursos florais mais abundantes.

No Brasil, ainda prevalece a idéia equivocada de que a simples introdução na área plantada de algumas colméias de abelhas já é suficiente para obter-se os níveis ideais de polinização. Como consequência, há déficits de polinização com baixos índices de

produtividade, altas percentagens de perdas, pouca rentabilidade, fatores que apenas contribuem para a desvalorização dos serviços de polinização no meio agrícola nacional (FREITAS e PAXTON, 1996). Um dos entraves para o mercado da polinização, está no fato de a grande maioria dos apicultores não se preocupar em acompanhar a eficiência polinizadora de suas colméias, mas apenas em produzir a maior quantidade de mel possível. Dessa forma, os resultados da polinização normalmente são aquém do que seria esperado. Isso ocorre porque o apicultor não se interessa em estimular suas abelhas para coletar mais pólen em detrimento do néctar, por exemplo, no caso de culturas mais beneficiadas por esse comportamento.

Os resultados insignificantes fazem com que os produtores não incorporem os serviços de polinização como fatores de produção de suas atividades agrícolas, nem atraiam outros agricultores para utilizarem agentes polinizadores em suas lavouras. A preocupação por parte dos apicultores em adotarem programas racionais de polinização, que considerassem esses e outros fatores, certamente aumentaria consideravelmente a eficiência dos agentes polinizadores e a demanda por seus serviços (FREITAS, 1997).

Em outra situação, no entanto, em países da Comunidade Européia e nos Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia, o uso de serviços de polinização tem sido um dos principais responsáveis pela produtividade e rentabilidade da agricultura. Nesses países o comércio de serviços de polinização é muito organizado, tanto do lado dos apicultores que vendem esses serviços quanto da parte dos agricultores que os compram.

Nesses países, em virtude da fragmentação de habitats, muitas espécies de polinizadores nativos já foram extintas. Dessa forma, colônias de *Bombus* spp., por exemplo, são utilizadas para aumentar a produção de tomates especialmente em estufas, onde primariamente a polinização era realizada manualmente. O custo de compra de ninhos de *Bombus* spp. para este tipo de função chega a metade dos custos da polinização manual (WILLIAMS, 1994). Cada colônia de *Bombus* spp. chega a custar US\$ 300, dura aproximadamente 3 meses, e mais 300.000 colônias são utilizadas na Europa e América do Norte por ano. Na América do Norte, Europa e Colômbia são introduzidas nas estufas destinadas à produção de tomates abelhas do gênero *Bombus* (Apidae). Estas realizam a polinização da cultura de maneira natural, barateando os custos de produção, melhorando a produtividade da cultura e agregando valor ao tomate produzido nestas condições (DOGTEROM et al., 1998). O desenvolvimento de técnicas de criação de abelhas nativas para polinização em estufas tem também a importância de minimizar a pressão para

introdução de espécies exóticas no Brasil, como já ocorreu no Chile (*B. ruderatus* e *B. terrestris*), Colômbia (*B. terrestris*) e Uruguai (*B. ruderatus*) (RUZ, 2002).

Desse panorama geral, sabe-se que o principal obstáculo a programas racionais de polinização, parece ser a falta de informações a respeito da polinização e dos fatores envolvidos na eficiência do processo.

A competição com abelhas melíferas, a fragmentação do habitat, os defensivos químicos aplicados pela agricultura e indústria, além dos parasitas e doenças contribuem para o declínio da população de espécies nativas, muitas das quais poderiam ser utilizadas em diversas culturas em que abelhas melíferas são ineficientes. As abelhas do gênero *Apis* coletam grande quantidade de pólen e néctar das flores sem tocar os estigmas e, portanto, sem promover a polinização. Em alguns cultivos de solanáceas como o tomate e a berinjela, por exemplo, que possuem anteras poricidas, *Apis* pode promover polinização, porém esse processo é muito mais eficiente com a visita de abelhas capazes de vibrar as anteras das flores. Um estudo realizado com berinjelas, mostrou que a eficiência da polinização por abelhas de grande porte, como *Bombus* e *Centris*, é muito maior quando comparada com a polinização por *Apis*. Essa eficiência foi comprovada pela qualidade e quantidade de frutos formados, através de testes de polinização controlada (GOMIG, 2007).

Como bem sabemos, as plantas dependem de agentes polinizadores, principalmente as abelhas, para realizarem a transferência de pólen das anteras para os estigmas. No entanto, a eficiência polinizadora de qualquer visitante floral (não somente em seu sentido mais restrito de transferência do pólen para o estigma, mas incluindo também a fertilização dos óvulos e formação de sementes e/ou frutos) pode ser influenciada por uma série de fatores, alguns inerentes do próprio inseto e outros dependentes da cultura a ser polinizada (FREITAS e PAXTON, 1996).

Outro aspecto importante em polinização é a identificação do agente polinizador mais eficiente para cada cultura agrícola. Há uma tendência muito grande de supervalorizar a abelha melífera e considerá-la capaz de polinizar qualquer espécie vegetal, cultivada ou não. No entanto, estudos têm demonstrado que em várias situações existem agentes polinizadores bem mais eficientes do que as abelhas do gênero *Apis* (FREITAS e PAXTON, 1996). A acerola (*Malpighia glabra* L.), por exemplo, não produz néctar e portanto é pouco atrativa para abelhas melíferas sendo sua polinização realizada principalmente por abelhas do gênero *Centris*. Similarmente, o maracujá (*Passiflora edulis*) obtém polinização de abelhas do gênero *Xylocopa* (FREITAS, 1997). Esses exemplos são clássicos e bastante conhecidos,

porém ainda existem muitas indagações sobre os principais agentes polinizadores da maioria das culturas agrícolas.

Uma situação preocupante e que pode colocar em xeque programas racionais utilizando polinizadores, está na detecção do declínio de polinizadores nativos não só no Brasil, mas em outros países nas Américas. Dessa forma, há uma preocupação recente com a conservação de espécies de abelhas nativas, consolidada com a Iniciativa Internacional dos Polinizadores, que passou a incentivar estudos para identificar, conhecer a biologia e o comportamento forrageiro e de nidificação dessas espécies. Além disso, há ainda uma preocupação na disseminação dos conhecimentos necessários para a manutenção de polinizadores nativos, uma vez que é um equívoco pensar que esse serviço desempenhado por abelhas é um recurso gratuito e inesgotável.

O declínio dos tamanhos populacionais de várias espécies tem sido causado principalmente pelo uso não-sustentável de ecossistemas para produção agrícola, pastagem, desflorestamento e crescimento de áreas urbanas (KEVAN, 1999) e alteração das paisagens com perda da vegetação nativa (AIZEN ; FEINSINGER, 1994). Dentre os diversos aspectos relacionados ao uso não sustentável de agroecossistemas, o uso intensivo de agrotóxicos com certeza tem papel prioritário no risco para espécies de abelhas polinizadoras neste sistema.

Os estudos sobre polinização, em geral, abordam interações entre uma ou algumas espécies de plantas e animais, entre eles, as abelhas solitárias. Essas, embora pouco conhecidas, representam 85% das espécies de abelhas (MICHENER, 1979), muitas das quais apresentam grande porte e permanecem mais tempo na flor; tais características são preponderantes no sucesso da polinização.

Evolutivamente, abelhas e flores convergiram com ajustes morfológicos mútuos, facilitando as suas interações. Algumas plantas, por exemplo, possuem deiscência das anteras poricida (por meio de poros apicais). Essa característica é um fator que torna favorável a polinização por abelhas que vibram a musculatura torácica ligada às asas (BUCHMAN, 1983). Tal peculiaridade na morfologia floral é marcante em diversas espécies da família Solanaceae, especialmente do gênero *Solanum*.

Esse método de extração de pólen, foi descrito por BUCHMAN como a síndrome de polinização vibrátil, no qual a deiscência apical das anteras é um caráter fundamental. O direcionamento da liberação do pólen e a sua alocação em partes bem definidas do corpo dos insetos permite que este sistema de polinização seja bastante eficiente, com pouca perda de pólen (BUCHMANN, 1983). Embora haja outros modos de extração de pólen por abelhas em

anteras poricidas como a "catação", "ordenha e o "corte, a vibração nestes casos é o processo de polinização por excelência.

Além das anteras com deiscência apical, BUCHMANN (1983) cita outras características da polinização vibrátil nas plantas. Longos períodos de floração, abundância de flores ao longo deste período com abertura diária de novas flores que, oferecendo apenas pólen como recompensa aos seus visitantes investe na abundância e atratividade deste recurso na competição pelos polinizadores. A antese ocorre principalmente ao nascer do sol ou nas primeiras horas da manhã, quando então o pólen torna-se disponível e o estigma receptivo. Ocorre a liberação de odores, características associadas à melitofilia em geral, podendo-se acrescentar a exibição de padrões contrastantes de cor envolvendo o amarelo brilhante, o azul e a absorção ultravioleta.

BUCHMANN e HURLEY (1978) desenvolveram um modelo biofísico para descrever o fenômeno da polinização vibrátil. O movimento vibratório de alta frequência e pequena amplitude desencadeado pelos músculos indiretos de vôo do pterotórax da abelha é transmitido pelas pernas às anteras e dessas aos grãos pólen em seu interior. Os grãos adquirem um ganho líquido de energia cinética nos choques com as paredes internas e entre si próprios e começam a escapar pelo pólo apical. Algumas adaptações tornam o processo mais eficiente: os grãos de pólen pequenos e leves, sem adesivos lipídicos, facilitam o ganho energético nos múltiplos choques e a sua liberação na forma de nuvem. Tais características, observáveis nos grãos de pólen de *Solanum lycocarpum*, foram registradas também para outras espécies do gênero (BUCHMAN et al 1977). No corte da antera, podem ser observados os septos ligados à columela central aos quais BUCHMANN et al. (1977), estudando *Solanum xantii* e *Solanum douglasii* atribuíram um papel de expansão e casualização do movimento de grãos de pólen no interior dos lóculos durante as vibrações.

Dentre as 15.000 ou até 20.000 espécies dos 544 gêneros e 72 famílias de Angiospermas que apresentam flores com anteras poricidas (BUCHMANN, 1983), o gênero *Solanum* compreende mais de 1.400 espécies com distribuição cosmopolita e preferencialmente tropical (D'ARCY, 1973), tendo sido objeto de vários estudos em biologia floral

Embora o gênero *Solanum* possua uma boa representação na América Tropical – com cerca de 1700 espécies (WILLIS, 1973), com uma participação relevante da região sul-americana compondo tal flora, grande parte dos trabalhos em biologia floral citados foram

desenvolvidos na América do Norte, o que demonstra a urgência de estudos do gênero na América do Sul.

Solanum lycocarpum é uma planta nativa e com ampla distribuição no Brasil Central, com flores tipicamente monoclinas. Conhecida como “lobeira” ou “fruta-do-lobo” pode ser descrita como heliófila encontrada em campos abertos, em especial nas formações secundárias, entre as quais se destacam as áreas antropofizadas, nas quais é uma importante pioneira (MARTINS, 2005). Trata-se de uma planta tipicamente arbustiva, também encontrada na conformação de árvores que podem atingir até 5 metros. É uma planta característica do bioma cerrado com boa adaptação a solos arenosos e úmidos. As inflorescências são do tipo cimeira monocásica helicoidal e distribuem-se por toda a copa dos arbustos e nas extremidades dos ramos. Cada inflorescência apresenta uma série de seis a trezes flores que se abrem da base para o ápice. Em cada cimeira, estão abertas apenas uma a duas flores ao mesmo tempo (LORENZI, 1991).

Embora detenha muitas das características da morfologia floral definida por BUCHMANN (1983) para síndrome de polinização vibrátil como sendo comum entre as flores do chamado "*Solanum type*", *Solanum lycocarpum* não reúne em totalidade essas peculiaridades uma vez que sua curvatura do cone de anteras faz com que a extremidade do mesmo se volte habitualmente para cima.

Essa característica provavelmente representa uma adaptação morfológica das flores de *Solanum lycocarpum* à anatomia e comportamento das grandes abelhas vibradoras, pois os poros e o estigma ficam voltados para a parte ventral do corpo dos insetos onde os grãos de pólen ficam aderidos e o estigma em contato direto com o corpo do polinizador. Essa característica representa também uma provável economia de tempo.

Solanum lycocarpum é uma espécie andromonóica, ou seja, apresenta no mesmo indivíduo flores hermafroditas e flores funcionalmente masculinas, as quais se diferenciam das hermafroditas por serem brevestilas (altura do estilete abaixo do nível do cone de anteras). As flores de *S. lycocarpum* não produzem néctar, sendo o pólen o único recurso oferecido para polinizadores. As flores apresentam antese principalmente das 5 h às 9 h, duram, habitualmente, 24 h e, não raramente, 48 h, quando, então, esgotam os grãos de pólen e o estigma resseca; ensacadas duram até cinco dias. O pedúnculo floral é curto e pouco flexível. O cálice piloso e aculeado separa-se em três segmentos quando a flor se abre. (OLIVEIRA-FILHO e OLIVEIRA, 1988).

Apesar das flores brevestilas de *Solanum lycocarpum* apresentarem óvulos tais flores são invariavelmente abortadas. COLEMAN e COLEMAN (1984) observaram o mesmo para *Solanum palinacanthum*, outra espécie andromonóirca. Entretanto, nesta última, os grãos de pólen não germinaram em estigmas de flores brevestilas. Tais observações podem indicar que a condição andromonóica destas duas espécies derivou do hermadroditismo em um processo evolutivo no qual ainda não houve a supressão dos caracteres em questão. Entretanto, o passo evolutivo no sentido de não se desenvolverem sementes a partir das flores brevestilas encontra-se assegurado. A consequência mais clara da condição andromonóica é a maior proporção pólen/óvulos (sementes). As abundantes flores brevestilas destinam-se apenas às funções de atração de polinizadores e dispersão de pólen (BAWA e BEACH, 1981). A abundância de pólen em *Solanum*, como sustenta SYMON (1979), reflete a necessidade de manter um bom número de polinizadores especializados assegurando a polinização cruzada, já que o gênero é autoincompatível.

Em *Solanum lycocarpum*, a floração durante o ano inteiro e a abundância de pólen podem "conquistar" a fidelidade e a constância de visitas de várias abelhas. Como suas flores não oferecem néctar, a abundância de pólen é fundamental para estimular os visitantes. A elevada proporção de grãos de pólen viáveis nesta espécie pode estar relacionada com a pequena proporção de flores hermafroditas às quais deve ser garantido um razoável montante grãos de pólen viáveis para polinização cruzada. Altas taxas de grãos de pólen viáveis foram encontradas em outras espécies de *Solanum* por BUCHMANN et al. (1977).

Segundo OLIVEIRA-FILHO (1988), os dois tipos de flores, longistila e brevestila, não apresentam diferenças morfológicas marcantes a não ser o comprimento do estilete e o tamanho um pouco maior das flores longistila. Nas flores funcionalmente masculinas (brevestila), o estilete fica sempre oculto no interior do cone de anteras, enquanto, nas hermafroditas (longistilas), o estilete ultrapassa o cone, expondo o estigma acima do ápice das anteras. Na flor basal das inflorescência do tipo masculina, o comprimento do estilete é muitas vezes um pouco maior que nas demais flores masculinas.

De acordo com experimento realizado por OLIVERA-FILHO (1988), a corola acusou pigmentos de antocianina, indicando a absorção de luz ultravioleta. Essas partes florais, apareceriam aos insetos em um contraste padrão UV-negativo.

Segundo MARTINS (2005), As flores de *Solanum lycocarpum* não produzem néctar, sendo o pólen o único recurso oferecido aos polinizadores. Os grãos de pólen em *Solanum* são tricolporados e do tipo seco. As porcentagens de viabilidade obtidas na coloração com carmim acético são elevadas, 93% a 98%, não apresentando diferença significativa na viabilidade dos grãos provenientes dos dois tipos de flores.

Por ser uma planta comum no entorno de cultivos, os indivíduos de *S. lycocarpum* são estratégicos na política de manejo sustentável, já que a preservação de seus remanescentes próximos a uma cultura agrícola pode prover alimento às abelhas nos períodos em que não há floração da espécie cultivada. Além disso, como MARTINS (2005), descreve *Solanum lycocarpum* como uma planta auto-incompatível, reafirma-se a necessidade de se conhecer a biologia de seus agentes polinizadores

Uma vez que, tanto a agricultura sustentável como a manutenção da biodiversidade natural necessita dos serviços prestados por abelhas, no caso, a polinização, ambos os sistemas - natural e agrícola, estão interconectados e dependentes da conservação dos polinizadores silvestres.

Em função da importância desses animais para a manutenção de ecossistemas naturais e agrícolas, a preservação de espécies de abelhas nativas é fundamental e o conhecimento de aspectos da biologia e ecologia dessas espécies é a base para a proposição de planos de manejo e conservação.

2- Objetivos

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi gerar conhecimentos que possam subsidiar planos de conservação da paisagem e manejo de visitantes florais, a partir da descrição dos padrões do comportamento forrageiro da comunidade de abelhas visitantes de *Solanum lycocarpum*. Para tanto, foram estudados os padrões de atividades diárias e sazonais, com ênfase no comportamento de coletas de recursos, para um melhor entendimento da ecologia da polinização de *S. lycocarpum* e de seu papel na manutenção de uma fauna diversificada de polinizadores.

2.2 – Objetivos Específicos

- Avaliar aspectos da biologia floral de *Solanum lycocarpum* importantes para a interpretação dos padrões comportamentais das abelhas visitantes.
- Estimar o potencial de cada espécie visitante no transporte de pólen.- Avaliar o método de coleta de recursos florais pelas abelhas (pilhamento ou vibração)
- Descrever os horários preferenciais de cada espécie para a coleta dos recursos florais.
- Estimar a carga polínica média de cada espécie de abelha.
- Descrever o comportamento dos visitantes nas flores e o comportamento de manipulação de pólen.

3 - Material e Métodos

3.1 - Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido em uma área do Campus Universitário da Unesp – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” no Município de Rio Claro, centro-leste do Estado de São Paulo (22° 40' S e 47° 55' W).

A região está inserida na bacia do rio Corumbataí-SP cujo clima, segundo a classificação de KÖPPEN, é do tipo Cwa, sub-tropical, seco no inverno e chuvoso no verão. Considerando-se a latitude e altitude, verifica-se que as temperaturas médias anuais variam entre 18,1°C e 20,9°C. No mês de janeiro, pode ocorrer uma variação entre as médias de 20°C e 23,7°C, enquanto que em julho as médias distribuem-se entre 14,9°C e 17,1°C (BRINO, 1973).

Foram observados 32 indivíduos em um campo aberto próximo da divisa do Campus Universitário com a Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade”.

3.2.- Coleta dos exemplares como espécimes-testemunhos

Exemplares dos indivíduos de *S. lycocarpum* selecionados para o estudo no campus da UNESP de Rio Claro foram coletados e montados em exsicatas. Foram montadas três exsicatas, a primeira para a confecção de um guia de campo e as demais para a deposição na coleção do Grupo de Estudos de Ecologia e Conservação das Abelhas Silvestres. A exsicata foi comparada para a identificação a espécime do Herbário Rio-Clarense de número de tombo RE 33456.

3.3. – Padrão de atividade diária

Foram realizadas observações focais da comunidade de abelhas visitante de *S. lycocarpum* em intervalos de, aproximadamente 10 dias, de fevereiro a junho de 2010, sempre em dias claros das 6h às 18h, de 15 em 15 minutos, com intervalos de 30 minutos em cada hora.

O comportamento forrageiro foi descrito a partir de parâmetros como duração da visita, comportamento nas flores e entre as flores de um mesmo pé e de pés diferentes, forma de obtenção de pólen (se por vibração ou por pilhagem) e constância na coleta. Além disso, foi constatado o local do pouso e comportamento para coleta do pólen (pilhamento ou vibração). No caso das abelhas vibratórias, em especial, foi avaliado o número de vibrações por flor.

A carga polínica carregada pelas abelhas, foi avaliada baseada no protocolo descrito por CARVALHO (2001), adaptado para o presente trabalho, no qual é utilizada a seguinte escala de valores:

Sem pólen na escopa = 1;

Escopa com 1/3 de sua área com pólen = 2;

Escopa com 2/3 da sua área com pólen = 3;

Escopa totalmente com pólen = 4.

A carga polínica foi avaliada a cada flor visitada. Para efeito de análise foi empregado o último registro, anotado quando a abelha realizava a última visita a uma flor do agregado de *Solanum lycocarpum*.

4- Resultados

4.1 – Aspectos da Biologia Floral de *Solanum lycocarpum* de interesse para o estudo do comportamento forrageiro.

A população de *Solanum lycocarpum* St. Hill. estudada, compreendia 32 indivíduos de porte arbustivo entre 1,5 m a 3, 5 m de altura, tronco muito ramificado e copa de forma grosseiramente esférica ou afunilada para baixo. Eram as únicas plantas, exceto pela presença de alguns pés de mamona, de maior porte que se destacavam na vegetação herbácea da pastagem (Figura 1).



Figura 1 – Área de pastagem onde se encontram os indivíduos de *Solanum lycocarpum*

Essa espécie floresce e frutifica o ano todo (Figura 2), como pôde ser observado neste estudo, bem como pelos levantamentos de dados do Herbário Rio-Clarense. Foi observado, entretanto que, após as chuvas, o número de flores abertas e de novas inflorescências aumentou consideravelmente.

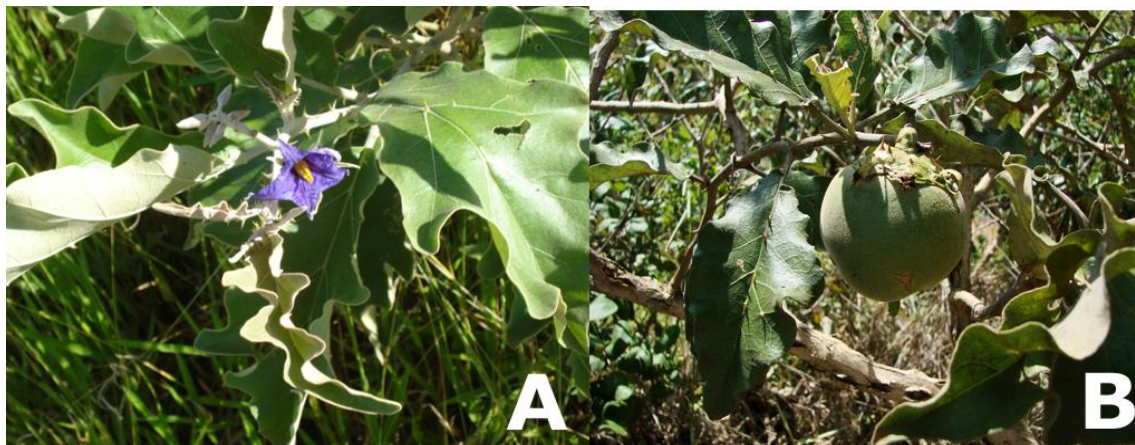


Figura 2. A- Botões e Flor de 1 dia de *Solanum lycocarpum* – B – Fruto de *S. lycocarpum*

As inflorescências são do tipo cimeira monacásica helicoidal e distribuem-se por toda a copa do arbusto e nas extremidades dos ramos. Cada inflorescência apresenta uma série de seis a treze flores que se abrem da base para o ápice. Em cada cimeira, estão abertas apenas uma a duas flores ao mesmo tempo. *Solanum lycocarpum* é uma espécie andromonóica, ou seja, apresenta no mesmo indivíduo flores hermafroditas (L), longistila, e flores hermafroditas, porém funcionalmente masculinas (B), brevestila (MARTINS, 2005).

Pode-se distinguir dois tipos de inflorescências, de acordo com a disposição típica dos tipos de flores L e B:

1. **Inflorescência do tipo L:** primeira flor, na base da cimeira, é hermafrodita e as demais são masculinas;
2. **Inflorescências do tipo B:** . todas as flores funcionalmente masculinas. ().

Foram encontradas algumas raras inflorescências nas quais as duas ou três flores são do tipo L. Foi observada grande variação entre os indivíduos em relação à proporção de inflorescências tipo L e B. Quatro indivíduos apresentam apenas inflorescência tipo M e não apresentavam frutos ou seus sinais, o que permite sugerir que as flores funcionalmente masculinas, apesar de apresentarem o aparato feminino, não formam frutos e, por conseguinte, servem apenas como doadoras de pólen ou ainda como atrativos para polinizadores. Fato este citado por Wise e Cummins (2002) em um estudo com *Solanum carolinense* L. Os autores sugerem que a presença de um grande número de flores funcionalmente masculinas e que não formam frutos, pode ser explicado por duas hipóteses, classificadas por eles como não

adaptativas – onde a planta passa por diversos tipos de estresses ambientais e adaptativas, onde a planta investe energia na produção de flores funcionalmente masculinas para aumentar a carga de pólen disponível para os polinizadores e assim, atrair maior quantidade deles, o que garante a polinização mais efetiva das plantas longestilas (WISE; CUMMINS, 2002).

Apenas por observações visuais, quando a nuvem polínica é expelida em função do movimento vibratório das abelhas, houve um indicativo de uma grande abundância de pólen em *Solanum lycocarpum* St. Hill., particularmente nas flores brevestilas. Tais observações visuais corroboram os dados de Moura (2007), que utilizou a câmara de Neubauer para estimar a quantidade de pólen.

A abundância de pólen em *Solanum lycocarpum* sustenta o que é proposto por Symon (1979) para o gênero *Solanum*. Segundo o autor, tal abundância reflete a necessidade de manter um bom número de polinizadores especializados assegurando a polinização cruzada, já que as plantas do gênero geralmente são autoincompatíveis.

Em *Solanum lycocarpum*, a floração durante o ano inteiro e a abundância de pólen podem assegurar a constante visitas de várias abelhas durante o ano. Como suas flores não oferecem néctar, a abundância de pólen é fundamental para estimular os visitantes. A elevada proporção de grãos de pólen viáveis nesta espécie pode estar relacionada com a pequena proporção de flores hermafroditas longestilas a fim de que seja garantido um razoável montante grãos de pólen viáveis para polinização cruzada, conforme observado por Oliveira-Filho (1988). Altas taxas de grãos de pólen viáveis foram encontradas em outras espécies de *Solanum* por Bowers (1995), Buchmann et al. (1977) e Anderson (1979).

A andromonoiccia pode ser analisada ainda do ponto de vista da redução do número frutos/sementes produzidos. Em diversas espécies tropicais que apresentam diclinias, a proporção de flores femininas é, em regra, menor (OPLER e BAWA 1978). A reprodução sexuada consome mais recursos através da fração feminina, o que pode tornar vantajosa a sua redução devido à capacidade de sustentação de frutos (LLOYD, 1973). Este mesmo ponto de vista é defendido por Carvalho (2001) para *Solanum palinacanthum*. Em *Solanum lycocarpum*, as diferentes proporções de inflorescências dos tipos H ou M encontradas entre os indivíduos da população estudada, podem refletir uma variação geneticamente determinada, do caráter "proporção de flores que produzem frutos".

Os indivíduos desprovidos de inflorescências do tipo L e aparentemente sem produção de frutos podem representar um extremo na escala de variações do referido caráter, indicando ainda a possibilidade de evolução no sentido da androdioicia. A evolução neste sentido, dentro do gênero *Solanum*, é sustentada por Symon (1979) como resultado de pressões seletivas do sistema de polinização.

Symon (1979) observou a existência de uma tendência dentro do gênero *Solanum* dos frutos serem tanto maiores quanto menor é a proporção de flores hermafroditas na espécie. *Solanum lycocarpum*, com seu número de flores hermafroditas, possui frutos relativamente grandes para o gênero, que por sua vez, podem refletir não só a concentração de investimento energético em menor número de frutos, mas também estratégias de dispersão. Estudos sobre o mecanismo de dispersão e recrutamento desta espécie poderiam, portanto, trazer elucidações sobre mais esta possível pressão seletiva no sentido da andromonoicia.

As características da morfologia floral relacionadas à síndrome vibrátil, acrescidas de peculiaridades inerentes da flor, como sua extremidade curvada, contribui para que a antera fique voltada contra a face ventral das abelhas, no espaço da articulação entre o tórax e o abdômen. Essa característica provavelmente representa uma adaptação morfológica das flores de *Solanum lycocarpum* à anatomia e comportamento das grandes abelhas vibradoras, pois os poros e o estigma ficam voltados para a parte ventral do corpo dos insetos, onde os grãos de pólen ficam aderidos e o estigma entra em contato com corpo do polinizador. Além disso, há uma provável economia de tempo e energia por parte das abelhas maiores, não exigindo atividades mais elaboradas e demoradas, como as observadas em Halictidae e *Exomalopsis* sp.. Tal adaptação morfológica do cone de anteras pode ser uma peculiaridade de *Solanum lycocarpum* (e talvez de outras espécies do gênero devido às suas flores relativamente maiores e cones relativamente mais longos).

Em espécies com flores e cones mais modestos, como *Solanum xantii*, *Solanum douglasii*, *Solanum palinacanthum*, *Solanum viarum*, as abelhas adotam uma posição diferente nas flores, fixando-se à base do cone de anteras ou mesmo à corola (BUCHMANN et al. 1977; BUCHMANN; HURLEY, 1978). Nestes casos, o eixo maior do corpo das abelhas dispõe-se perpendicularmente ao eixo maior do cone, enquanto, em *Solanum lycocarpum*, o inseto dispõe-se ao longo das anteras.

As flores abrem principalmente entre 6:00 e 9:00 horas, embora ao longo de todo o dia possa ser observado abertura de algumas. Logo após a abertura da extremidade do botão, os poros das anteras começam a abrir e o estigma vai se tornando mais úmido e brilhante. Este processo começa cerca de 10 a 15 min após a exposição do ápice das anteras e do estigma ao ar. Logo após a antese, a corola apresenta coloração azul forte a arroxeado que vai ficando clara com o passar do tempo.

As flores duram, habitualmente, 24h e, não raramente, 48 h, quando então esgotam os grãos de pólen e o estigma resseca. Ao ficarem mais velhas, as flores, além de apresentarem corolas mais claras, ficam com as extremidades de suas anteras secas e marrons. Invariavelmente, as flores masculinas velhas caem inteiras, enquanto que as hermafroditas que formarão furtos fecham a corola sobre os elementos reprodutivos e murcham.

Em condições naturais, apenas flores hermafroditas desenvolveram frutos.

4.2 - Comportamento dos visitantes

Foram observadas nove espécies de abelhas visitantes: *Oxaea flavescens* K.; *Euglossa* sp., *Centris* sp1, *Centris* sp2, *Exomalopsis* sp., *Xylocopa suspecta* M., *Xylocopa frontalis* K., *Bombus morio* S., *Bombus atratus* e Halictidae.

As visitas às flores de *S. lycocarpum* estenderam-se das 6:00 h às 18 h, com picos de visitação das 9:00h às 11h, e um pico secundário, de menor importância, no período da tarde, entre 14:30 às 15:30, conforme pode ser observado na Figura 3.

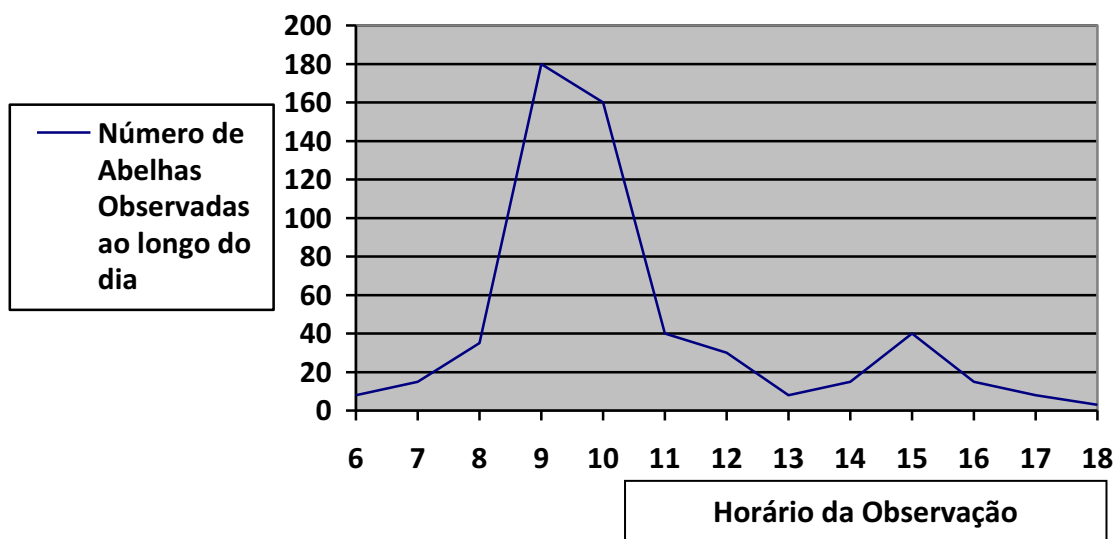


Figura 3 – Número de Abelhas observadas visitando flores de *S. lycocarpum* em diferentes horários ao longo do dia

Os visitantes mais freqüentes às flores foram duas espécies do gênero *Xylocopa*, e duas espécies do gênero *Bombus*, seguidas da espécie *Oxaea flavescens* K..

Xylocopa frontalis K. e *Xylocopa suspecta* M. estiveram presentes durante todo o período de observações, concentrando suas visitas, no entanto, no período da manhã. Essas abelhas são relativamente grandes e foram observadas nas flores em diversos horários, desde as 6:00 até as 16:30h, com picos de visitação entre 7:30h e 10:30h

Quando em visita às plantas de *Solanum lycocarpum*, abelhas do gênero *Xylocopa* voam na área a uma altura de cerca de 2 m do solo, detendo-se, em vôo, acima dos arbustos em que realizará visitas às flores. Antes de iniciar as visitas, é comum essas abelhas realizarem um vôo de reconhecimento, através do qual, sobrevoam ao redor da copa do arbusto, perfazendo uma a quatro voltas. As visitas são realizadas por setores da copa e o visitante demanda um tempo superior nos arbustos maiores e com maior número de flores. Flores velhas, do segundo dia, raramente são visitadas.

Abelhas do gênero *Xylocopa* freqüentemente pairam diante das flores durante uma fração de segundo e a uma distância de 1 a 2 cm do cone de anteras. Ao pousar na flor, o inseto prende-se ao cone de anteras com o auxílio das mandíbulas e dos dois primeiros pares de pernas. Assim, a cabeça da abelha fica próxima à base das anteras, as asas permanecem recolhidas, o tórax fica disposto ao longo do cone de anteras e o abdômen é curvado para baixo de forma que a extremidade dos estames fique encaixada na articulação entre o tórax e o abdômen. Após adquirir essa postura, o inseto inicia imediatamente o movimento vibratório. Finalizada a vibração, abelhas desse gênero utilizam o último e, ocasionalmente, o penúltimo par de pernas de forma a conduzir o pólen para a região da escopa. Outro comportamento muito comum nessas abelhas, depois de realizada a coleta de recursos, é que o inseto afasta-se da flor voando para cima e para trás.

Visitantes muito freqüentes no começo da manhã foram abelhas de pequeno porte, pertencentes à família Halictidae, entre 7:00 e 9:30. Essas abelhas, ao visitarem as flores, apresentam uma seqüência comportamental: (i) quando pousa na parte inferior da extremidade do cone de anteras, o inseto curva seu abdômen, de forma que a face central do mesmo toque o conjunto dos poros; (ii) nesta postura, a abelha vibra as anteras numa seqüência de

vibrações, de duração variável, até que uma nuvem de pólen se projete para fora; (iii) a seguir, sem se desprender, a abelha volta o abdômen à posição habitual e desliza suas pernas sobre a superfície ventral com movimentos alternados do último par de pernas onde estão as escopas.

Esta seqüência pode ser repetida uma ou duas vezes na mesma flor. O inseto pode ainda realizar uma rotação em torno do cone de anteras, variando sua posição em relação aos poros, antes de realizar a vibração. Como os Halictidae são caracterizados pelo tamanho menor, agarraram-se apenas a uma das anteras por vez, utilizando tanto as pernas como as mandíbulas, o que faz com que o contato com o estigma seja eventual.

Oxea flavescens e *Centris sp1* são abelhas de tamanho corpóreo médio, que visitam flores de *Solanum lycocarpum* e apresentam comportamento muito semelhante ao das abelhas do gênero *Xylocopa* ao vibrar o cone de anteras. Particularizam-se, contudo, pela maior rapidez no vôo e frequência mais alta nas vibrações. *Bombus morio* S. e *Centris sp2*, abelhas de grande porte, foram observadas, também vibrando com maior frequência e também com comportamento bem semelhante ao do gênero *Xylocopa*, no que tange à posição do corpo em relação à flor.

Exomalopsis sp., abelha de tamanho corpóreo menor, vibra o cone de anteras em posições muito variadas. Às vezes, as vibrações ocorrem em concomitância a um rápido movimento giratório ao redor do ápice do cone. Além do comportamento vibratório, esses insetos desempenharam outro comportamento para a coleta do pólen, já que também foram observadas realizando "pilhamento" de pólen espalhado nas anteras e pétalas pela atividade de outras abelhas. Outro aspecto comportamental foi o hábito intrigante de introduzir a glossa nos poros das anteras.

Apis mellifera e *Trigona* sp., embora visitantes florais freqüentes, podem não ser polinizadores de fato, pois, aparentemente, apenas coletaram o pólen espalhado na corola e estames.

As abelhas que realizaram o comportamento vibratório deixaram marcas mecânicas no cone de anteras em função do comportamento de agarrar-se com as mandíbulas. Para essas abelhas, foi analisado o número de indivíduos visitados, o número de vibrações executadas na flor e a carga polínica. Esses dados foram agrupados e podem ser observados na Tabela 1

Os dados da Tabela 1 refletem indícios da importância de determinado polinizador. Pode-se visualizar a partir do número de indivíduos visitados, o nível de participação de

determinado agente polinizador na população. Dessa forma, as espécies com maior participação foram as dos gêneros *Bombus* e *Xylocopa* e, com menor participação *Exomalopsis* sp.

As abelhas do gênero *Exomalopsis* , coletaram pólen em *S. lycocarpum*, mas apenas ocasionalmente polinizaram as flores; isso acontecia quando essa espécie vibrava as anteras, possibilitando o contato da nuvem de pólen com os estigmas. Ao mesmo tempo, essa espécie comportou-se como pilhadora de pólen, coletando grãos caídos sobre a corola. Essa diversidade de formas de manipular as flores em busca de pólen, associado ao pouco tempo de manipulação das flores e de vibração do cone de anteras pode explicar a menor carga polínica observada entre as espécies estudadas.

No outro extremo estão as abelhas dos gêneros *Bombus* e *Xylocopa*. A espécie que visitou o maior número de indivíduos foi *Bombus morio* S., espécie com característica de sociabilidade e de porte elevado. *Bombus atratus*, *Xylocopa frontalis* K. e *Xylocopa suspecta* M., apresentaram indícios de contribuição semelhante para a xenogamia de *Solanum lycocarpum*, já que as três espécies vibraram o cone de anteras em uma média aproximada de 3 indivíduos, média consideravelmente maior em relação às demais abelhas. O fato das abelhas desses gêneros visitarem um maior número de flores em diferentes indivíduos é explicado pelo seu porte maior, o que talvez demande uma maior quantidade de pólen para alimentação e provisionamento de ninhos. Nessas espécies a carga polínica média carregada foi superior à de outras abelhas, fato explicado pela maior número de flores visitadas e maior tempo e número de vibração nas flores.

Tabela 1 – Parâmetros do comportamento forrageiro das abelhas vibratórias

Espécie	Número de Indivíduos Visitados Forrageio	de no	Número de Vibrações por flor	Tempo de vibração em segundos (por flor)	Carga Polínica (ver metodologia descrita)
<i>Oxaea flavescens</i> K.	3,0 +/- 0,34 (n=27)		1,1 +/- 0,12 (n=27)	2,6 +/- 0,11 (n=27)	3,8 +/- 0,42 (n=22)
<i>Exomalopsis</i> sp	2,0 +/- 0,29 (n=24)		2,1 +/- 0,32 (n=24)	1,9 +/- 0,01 (n=24)	2,6 +/- 0,30 (n=18)
<i>Xylocopa frontalis</i> K.	3,4 +/- 0,45 (n=30)		4,0 +/- 0,45 (n=30)	4,9 +/- 0,42 (n=30)	3,2 +/- 0,34 (n=26)
<i>Xylcopa suspecta</i> M.	3,2 +/- 0,36 (n=30)		4,0 +/- 0,57 (n=30)	4,7 +/- 0,45 (n=30)	3,2 +/- 0,40 (n=28)
<i>Bombus morio</i> S.	4,1 +/- 0,56 (n=30)		4,0 +/- 0,58 (n=30)	5,8 +/- 0,09 (n=30)	3,4 +/- 0,47 (n=30)
<i>Bombus atratus</i>	3,2 +/- 0,26 (n=30)		3,1 +/- 0,40 (n=30)	5,7 +/- 0,08 (n=30)	3,1 +/- 0,46 (n=30)
<i>Centris sp1</i>	2,4 +/- 0,27 (n=25)		1,1 +/- 0,17 (n=25)	2,3 +/- 0,20 (n=25)	3,6 +/- 0,52 (n=20)
<i>Centris sp2</i>	2,8 +/- 0,38 (n=20)		1,1 +/- 0,26 (n=20)	3,0 +/- 0,34 (n=20)	3,8 +/- 0,40
Halictidae	2,1 +/- 0, 25 (n=28)		3,0 +/- 0,32 (n=28)	2,1 +/- 0,02 (n=28)	2,8 +/- 0,04 (n=19)

Legenda: Valores – Média Aritmética dos dados; +/- Desvio Padrão; n – Número de Repetições

O tempo gasto durante cada vibração e o número de vibrações por flor foram maiores para as abelhas de maior porte (*Bombus*, *Xylocopa*). Ambos os gêneros, também coletaram maior quantidade de pólen, provavelmente em função do maior tempo de vibração. As espécies de *Centris* e *Oxaea*, apesar de permanecerem pouco tempo nas flores, quase sempre eram observadas transportando uma carga elevada de pólen.

As espécies dos gêneros *Xylocopa*, *Bombus* e *Oxaea* forrageiam durante a tarde e manhã, *Centris* foi mais comum no período da tarde, enquanto *Exomalopsis* e as espécies da Família Halictidae no período da manhã, conforme descrito na Figura 4.

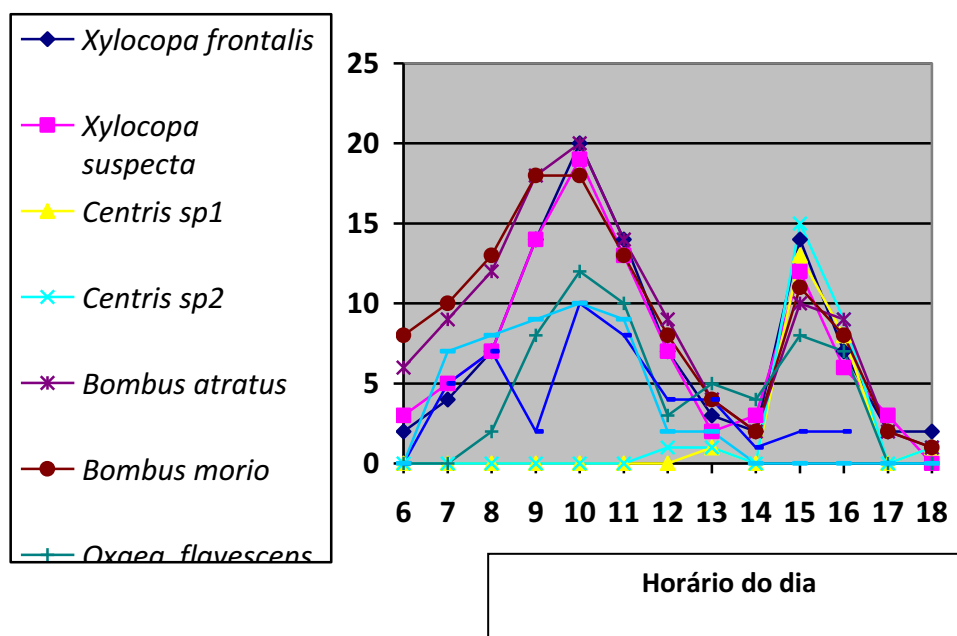


Figura 4 – Ocorrência das espécies observadas ao longo do dia

As abelhas maiores, como *Xylocopa*, *Oxaea*, *Centris* e *Bombus*, nas quais é característico o comportamento vibratório, são certamente os polinizadores mais eficientes de *Solanum lycocarpum*. Essas abelhas envolvem todo o cone de anteras com o corpo de tal forma que há um contato efetivo do mesmo com a extremidade do cone de anteras e do estigma.

Já as abelhas menores são polinizadores menos eficientes. *Exomalopsis* sp. freqüentemente vibra as anteras individualmente, o que não favorece o contato com o estigma. Também a distância que o estigma se projeta além das anteras contribui para dificultar o seu contato com abelhas pequenas durante vibrações ou, pelo menos, realiza um contato insuficiente para uma polinização efetiva.

Apis mellifera e *Trigona* observadas visitando flores de *Solanum lycocarpum*, atuam apenas na pilhagem do pólen espalhado pela atividade vibratória de outras abelhas, não tem a capacidade de vibrar na freqüência correta, apesar da primeira delas possuir músculos indiretos de vôo (BUCHMANN, 1983)

A alteração da cor da corola com a idade das flores pode servir como um indicador para abelhas do esgotamento do pólen. Também o ressecamento do ápice e a consequente perda do amarelo vivo nesta parte das anteras, bem como redução da intensidade do aroma

constituem possíveis indicadores da disponibilidade de recurso. *Xylcopa*, que habitualmente paira diante das flores antes de pousar, afastando-se, às vezes sem haver realizado a visita, poderia estar avaliando o montante de pólen através das cores da flor ou mesmo aroma desprendido dos grãos.

5 – Conclusão

A presença de *S. lycocarpum* pode indicar a ocorrência de agentes polinizadores, principalmente de abelhas silvestres que realizam a polinização vibrátil, pois ela necessita dessas espécies para sua reprodução. Dessa forma, a espécie pode ser utilizada como um atrativo de abelhas para paisagens agrícolas.

A partir da descrição de aspectos do comportamento dos visitantes florais e da biologia floral de *S. Lycocarpum* St. Hill, o trabalho fornece subsídios a programas de manejo utilizando polinizadores nativos no Brasil, visando a utilização dessa espécie como atrativa de agentes polinizadores.

O trabalho forneceu indicativos de prováveis polinizadores mais efetivos, particularmente representados abelhas de maior porte como os gêneros *Bombus* e *Xylcopa*, em razão do maior tempo gasto durante cada vibração e o maior número de vibrações por flor . A partir desses resultados, podem ser traçados planos de conservação e manejo racional de abelhas nativas.

6- Referências Bibliográficas

AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. **Ecology**, Tempe, Ariz., US, v. 75, p. 330-351, 1994.

ANDERSON, G.J. 1979. Dioecious *Solanum* species of hermaphroditic origin is an example of a broad convergence. **Nature**, v. 282, p. 836-838.

BAWA, K. S. ; BEACH, J. H. Evolution of Sexual Systems in Flowering Plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 68, p. 254 - 274. 1981

BOWERS, K.A.W. The pollination ecology of *Solanum rostratum* (Solanaceae). **American Journal of Botany**, Oklahoma, US, v. 62, 633-638,1995

BRINO, W. C. **Contribuição à definição climática da bacia do Corumbataí adjacências (SP), dando ênfase à caracterização dos tipos de tempo**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro, 1973.

BUCHMANN, S.L. , NABHAN, G.P. **The forgotten pollinators**. **Washington:** Island Press/Sheawater Books. 192 pp, 1996.

BUCHMANN, S.L. Buzz pollination in Angiosperms. In **Handbook of experimental pollination biology** (C.E. Jones & R.J. Little, eds.). Van Nostrand Scientific and Academic Editions, New York, p.73-113, 1983.

BUCHMAN, S.L., JOAES,C.E.; COLIN, L.J. Vibratile pollination of *Solanum douglasii* and *Solanum xanthii* (Solanaceae) in southern California. **The Wasman Journal of Biology** v. 25, n.1, p. 1-25,1977.

BUCHMAN, S.L.; Hurley, J.P. **A Biophysical model for buzz pollination in Angiosperms**. *Journal of Theoretical Biology*, v. 72, n.4 , p. 39-65, 1978.

CARVALHO, C. A. L.; MARQUES, O. M.; VIDAL, C. A.; NEVES, A. M. S. Comportamento forrageiro de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em flores de *Solanum Paniculatum* Dunal (Solanaceae). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, MG, v. 3, p. 35-44. 2001.

COLEMAN, J.R; COLEMAN, M.A. Inventário da fauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil, **Dusenía**, v.14, p. 55-87, 1984

D'ARCY, W. G. FLORA OF PANAMA. FAM. 170 SOLANACEAE. **Ann. Missouri. Bot. Gar.** 60:573-780, 1973.

DOGTEROM, M.H.; MATTEONI, J.A.; PLOWGRIGHT, R.C. Pollination of Greenhouse Tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n.1, p. 71-75, 1998.

FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. In: Freitas, B.M **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil. p. 19-2. 2004.

FREE, J. B. **INSECT POLLINATION OF CROPS**. 2. ed. London: Academic Press, 684p, 1993.

FREITAS, B.M.; PAXTON, B.M. **The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil**. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 126, p. 319-326, 1996.

FREITAS, B.M. 1997 **Changes with time in the germinability of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains found on different body areas of its pollinator bees**. **Revista Brasileira de Biologia**, v.57, n.2, p. 289-294, 1997.

GOMIG, 2007. **Caracterização da fauna de abelhas silvestres com potencial de polinização de berinjela (*Solanum melongena* L.) cultivada em sistema orgânico**. 62f. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ecologia). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro.

KEVAN, P.G. **Pollinators as bioindicators of the state of environment: species, activity and biodiversity.** Agriculture Ecosystems & Environment. v. 74, n.1, p. 373-393, 1999.

KENMORE, P.; KRELL, R. **Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management.** In: International Workshop on Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with Emphasis on Bees. 7-9 de Outubro de 1998, São Paulo, Brasil. 1998

LLOYD, D.G. Sex ratios in sexually dimorphic Umbelliferae. **Heredity.** v.31. p. 239-249.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais.** Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 425pp., 1991.

MARTINS, K. **Diversidade genética e fluxo gênico via pólen e semente em populações de *Solanum lycocarpum* ST. HIL. (SOLANACEAE) no sudeste de Goiás.** Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba . 2005.

McGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants.** Washington: Agriculture Res. Service United States Department of Agriculture, 1976.

MOURA, T.M. BRINO, W. C. **Estrutura genética populacional em lobeira (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil., Solanaceae), em ambientes naturais e antropizados no estado de Goiás.** Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007. Tese (Doutorado)

MICHENER, C.D. 1979. Biogeography of the Bees . **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, n. 3. p. 277-347, 1979.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. ; OLIVEIRA, L.C.A. 1988. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 11: 23-32.

OPLER, P.A. ; BAWA, K.S. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**. v.32. p. 812-821.

ROUBIK, D. W.; MORENO, J. E.; VERGARA, C.; WITTMANN, D. **Sporadic food competition with the African honey bee: projected impact on Neotropical social bees**. Journal of Tropical Ecology, Winchelsea, Inglaterra, v. 2, p. 97-111, 1986.

ROUBIK, David W. **Ecology and natural history of tropical bees**. 1. ed. Cambridge, Cambridge University Press, 1989. 514p.

RUZ,L. Bee Pollinators Introduced to Chile: a Review. p. 155-167. In P.Kevan, and V.L.Imperatriz-Fonseca (ed.) Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature. Ministry of Environment, 2002.

SHEPHERD, M.; BUCHMANN, S.; VAUGHAN, M. ; Black, S. **Pollinator Conservation Handbook**. Portland, Oregon The Xerces Society, 2003. 145 p.

SYMON, D. Fruit diversity and dispersal in Solanum in Australia. **J. Adelaide Bot. Gard.**, v.1, p. 321-331,1979.

TURNBULL, L. A.; CRAWLEY, M. J. ; REES, M. **Are plant populations seed-limited : A review of seed sowing experiments**. Oikos. v. 88, n.2. p. 225–238, 2000.

WILLIAMS, I.H.; CORBET, S.A.; OSBORNE, J.L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**, Colorado USA, v.72, n.4, p. 170-180, 1991.

WILLIAMS, I. H. The dependences of crop production within the European Union on pollination by honey bees. **Agricultural Zoology Reviews**, Russel, GE, v. 6, p. 229-257. 1994.

WILLIS, J.C. **A dictionary of flowering plants and ferns.** University Press, Cambridge. 1973.

WISE, J. M.; CUMMINS, J. J. Strategies of *Solanum carolinense* for regulating maternal investment in response to foliar and floral herbivory. **The Journal of Ecology**, Oxford, Inglaterra, GB, v. 94, p. 629-636, 2002.