

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Fragaria x ananassa* Duchesne CV
'AROMAS'(ROSACEAE) EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO ORGÂNICO E
CONVENCIONAL, SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS BAIXOS, EM RANCHO
QUEIMADO, SC, BRASIL.**

JOSÉ FELINTO BARBOSA

Florianópolis
2009

JOSÉ FELINTO BARBOSA

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Fragaria x ananassa* Duchesne CV
'AROMAS' (ROSACEAE) EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO ORGÂNICO E
CONVENCIONAL, SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS BAIXOS, EM RANCHO
QUEIMADO, SC, BRASIL.**

Orientador: Prof. Dr Afonso Inácio Orth

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de Concentração em Recursos Genéticos Vegetais.

Florianópolis
2009

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

B238e Barbosa, José Felinto
Ecologia da polinização de *Fragaria x ananassa* Duchesne
cv 'Aromas' (Rosaceae) em sistemas de produção orgânico
e convencional, sob proteção de túneis baixos, em
Rancho Queimado, SC, Brasil [dissertação] / José Felinto
Barbosa ; orientador, Afonso I. Orth. - Florianópolis,
SC, 2009.
70 f.: il., grafs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de
Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Agricultura. 2. Recursos genéticos vegetais. 3.
Morango. 4. Polinização. 5. Cultivo protegido. 6. *Fragaria*
X ananassa. I. Orth, Afonso Inácio. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

CDU 631

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e pela dádiva da razão

Ao Professor Afonso Inácio Orth pela amizade e disponibilidade em me orientar

Ao Professor Mauricio Sedrez dos Reis pela sua amizade e incentivo

Ao Professor César Assis Butignol pela amizade e comentários ao longo do meu trabalho

Ao Professor Miguel Pedro Guerra

Aos demais professores do Departamento de Fitotecnia da UFSC, com os quais, ainda que pouco, tive o prazer de me relacionar

À Professora Maria Christina de Almeida e Professor Sebastião Laroca da Universidade Federal do Paraná pela identificação das espécies de abelhas coletadas

Ao Professor Daniel Falkenberg do Departamento de Botânica da UFSC pela identificação das plantas coletadas

À Professora Hilda Massako Taura pela sua amizade e incentivo desde o início de minha carreira acadêmica

À Bernadete Maria Possebon Ribas pelos auxílios prestados

Ao Engenheiro Agrônomo Carlos Frischknecht pelo seu auxílio desde o início desse trabalho

Aos produtores de morango Sr Dilceu Weiss e Sr Geraldo Junckes pela permissão em utilizar suas propriedades como minha área de estudo

A minha cara amiga Luciane Isabel Malinovski

Aos colegas e amigos do Mestrado: Alan David Claumann, Marcelo Borghesan, Olavo Gavioli, Maria Carolina e Samantha Filipon

Aos colegas e amigos do Laboratório de Entomologia: André Sezerino, Henrique Jucá, Mauricio Lenzi, Silvia Venturi, George Altrak e Ilana Hasse

Aos amigos de casa: Lauro Arthur, Ninon Rose e Marcelo Flores, cuja presença e companheirismo foram determinantes para meu estabelecimento em Florianópolis

À minha mãe Maria José Barbosa, que mesmo distante sempre me enviou palavras de conforto e muita energia positiva, sua fé e força me levam adiante

Aos meus irmãos que, com certeza, sempre me apóiam e dos quais senti muita falta no decorrer desse trabalho

À Faculdade Ingá-Uningá, berço da minha formação acadêmica

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela Bolsa de Estudos concedida durante todo o desenvolvimento desse trabalho

RESUMO

O sistema de produção agrícola convencional, geralmente, é considerado como fator importante no declínio da biodiversidade em paisagens agrícolas, e na tentativa de diminuir os efeitos adversos desse sistema a produção orgânica esta sendo uma opção para várias culturas, entre elas, a do morangueiro. O morangueiro, *Fragaria* (Rosaceae), é caracterizado como uma herbácea perene, prostrada e estolonífera. Devido suas características morfológicas e fisiológicas, suas flores podem se autopolinizar, porém, raramente o pólen atinge espontaneamente a totalidade dos estigmas, e se o óvulo não for fecundado não há crescimento local do receptáculo, gerando morangos deformados. Os diversos cultivares apresentam variações em sua capacidade de autopolinização. O objetivo desse trabalho, dividido em dois capítulos, foi estudar a ecologia da polinização de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas' cultivado sob túneis baixos em sistema de produção convencional e orgânico no município de Rancho Queimado no Estado de Santa Catarina. No primeiro capítulo considera-se a biologia floral e reprodutiva deste cultivar mediante estudo da longevidade floral, oferta de recursos florais, receptividade dos estigmas e viabilidade do pólen, além da aplicação de tratamentos de autopolinização manual, autopolinização espontânea, polinização cruzada manual e polinização livre. O segundo capítulo refere-se aos visitantes florais de *F. x ananassa* cv 'Aromas', cultivados sob túneis baixos, assim como da identificação dos principais polinizadores, tanto na área de cultivo convencional quanto no orgânico. Também foram amostradas as espécies de abelhas que visitaram as flores da vegetação de entorno, com o objetivo de avaliar e comparar a diversidade entre as áreas. Os insetos foram capturados através de caminhadas entre os canteiros e a vegetação de entorno com o uso de rede entomológica. No capítulo um os resultados obtidos demonstraram que, embora autocompatíveis, as flores deste cultivar necessitam de insetos polinizadores para uma boa produção de morangos não deformados. A contribuição percentual dos agentes naturais de polinização, sobre o peso resultante dos morangos, foi a seguinte: autopolinização espontânea com 18,42%, vento com 44,17% e polinização livre com 37,42%. Dessa forma observa-se que tanto a polinização abiótica quanto àquela realizada pelos visitantes florais contribuem para o bom desenvolvimento dos morangos, e apenas aqueles provenientes de polinização livre ou manual puderam ser direcionados para a venda *in natura*. Nos tratamentos de polinização livre não foram observadas diferenças significativas entre os dois sistemas de produção. No capítulo dois observa-se que, em ambos os sistemas de produção, *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) e espécies de Syrphinae (Syrphidae, Diptera) foram os visitantes predominantes. Embora tenha se observado maior riqueza de espécies de abelhas no sistema de produção orgânico, a abundância da maioria das espécies foi baixa, resultando em grande similaridade entre as áreas. Essa similaridade pode estar relacionada com o efeito dos túneis baixos que, quando fechados, impedem o contato visual dos polinizadores com as flores, diminuindo a abundância de visitantes. Devido à sua característica de forrageamento e abundância de indivíduos, *A. mellifera* pode ser considerado o polinizador mais importante dessa cultura, sendo as moscas Syrphinae os polinizadores secundários, devido sua grande abundância, embora não apresentem comportamento adequado a polinização dessa cultura. Na vegetação de entorno foram amostradas 38 espécies de abelhas na área de produção convencional e 36 na área de produção orgânica. Os índices de diversidade não apresentaram grande diferença entre as áreas, e o teste de Morisita, que incorpora a abundância de indivíduos coletados, apresentou altos níveis de similaridade. Nota-se que algumas espécies de abelhas, como *Trigona spinipes*, que estavam presentes na área em grande abundância não visitaram os morangueiros.

Palavras-chave: Morangueiro, *Fragaria x ananassa*, polinização, cultivo protegido.

ABSTRACT

Conventional agricultural production systems are generally considered an important factor responsible for biodiversity decline at agricultural landscapes. Organic production systems are an alternative to reduce the effects of such systems, and strawberries might be produced under such conditions. Strawberry belongs to genus *Fragaria* of the Rosaceae family, and is characterized as a perennial herb, prostrated and stoloniferous. Because of morphological and physiological features, its flowers might self-pollinate, and several differences are found amongst cultivars. However, pollen rarely reaches the entirety stigmas, generating deformed strawberries. Therefore, the study of differences among cultivars, and production systems is important to point out the possible differences. This work's objective was to study the pollination ecology of *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas', cultivated under low tunnels at conventional and organic systems at Rancho Queimado, Santa Catarina, Brazil. First chapter regards this cultivars flowering and reproductive biology, flower longevity, flower resources, stigma receptivity and pollen viability, besides manual spontaneous self-pollination, manual cross-pollination, wind pollination and free pollination tests. Second chapter regards pollination ecology, towards the identification of *F. x ananassa* cv 'Aromas' pollinators, in the two systems of production. Also, bees visiting plants in the surroundings were collected, aiming to compare species diversity from landscapes around the studied orchards. These insects were collected with entomological walking around such areas. Results showed that, although self-compatible, flowers from this cultivar need insect pollinators to produce 'perfect' strawberries. Natural pollinating agents contributed for strawberry production as following: spontaneous self-pollination 18.42%; wind 44.17%; and free pollination (insects) with 37.42%. Therefore, we may conclude that wind pollination and floral visiting insects both contribute for a reasonable strawberry development, and only those fruits developed under manual or free-pollinating conditions could be directed for "in natura" sales. Free pollinating treatments showed no differences between the production systems. In the aforementioned production systems, *Apis mellifera* and Syrphinae flies were the predominating visitors. Although the bee species richness was higher at organic orchards, relative abundance was low in general, causing high similarity at both areas. This similarity may be related with the effect of low tunnels that, when closed, might hinder visual contact of pollinators with flowers, therefore lowering visitor abundance. Considering its foraging characteristics and individual abundance, *A. mellifera* may be considered the most important pollinating species for this culture, followed by Syrphinae flies, which although abundant, do not show proper foraging behaviors for pollinating this plant. 38 bee species were collected on the conventional orchard surroundings, while 36 species over the organic orchard surroundings. Diversity indexes do not show differences between both areas, and Morisita's index, which incorporate individual abundance, presented high similarity levels. It was observed that some species, like *Trigona spinipes*, which were abundant in both study areas, weren't visiting strawberry flowers, although in other studies, where low tunnels were not employed, visits were frequent.

Keywords: Strawberry, *Fragaria x ananassa*, pollination.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características das flores de <i>Fragaria x ananassa</i> cv “Aromas” em diferentes dias após a abertura floral. Rancho Queimado-SC, 2008.....	25
Tabela 2	Porcentagem de grãos de pólen de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’ germinados <i>in vitro</i> , provenientes de flores de diferentes idades. CCA/UFSC, Florianópolis, 2008.....	27
Tabela 3	Volume médio (µL) e concentração (°Brix) de néctar potencial, obtidos em flores de diferentes idades de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado, SC, 2008.....	27
Tabela 4	Peso médio e classificação dos morangos obtidos nos tratamentos: polinização livre orgânico, polinização livre convencional, autopolinização manual, polinização cruzada manual, anemofilia e autopolinização espontânea. CCA/UFSC, Florianópolis, 2008.....	29
Tabela 5	Taxa de fecundação, maior comprimento e maior diâmetro dos morangos de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’ obtidos nos tratamentos de polinização livre área orgânica, polinização livre área convencional, autopolinização manual, polinização cruzada manual, anemofilia e autopolinização espontânea. Rancho Queimado-SC, 2008.....	31
Tabela 6	Resultados do teste de correlação de Spearman entre a taxa de fecundação e o peso, maior diâmetro e maior comprimento dos morangos, <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’, em áreas de cultivo orgânico e convencional em Rancho Queimado, SC. CCA/UFSC, Florianópolis, 2008.....	31
Tabela 7	Espécies de Insecta e número de indivíduos visitantes florais de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’ em áreas de produção convencional e orgânica. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	46
Tabela 8	Espécies de abelhas (Hymenoptera, Anthophila) capturadas sobre as flores da vegetação de entorno nas duas áreas de produção de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado, 2007/2008.....	52
Tabela 9	Número de espécies e indivíduos por família de abelhas (Hymenoptera, Anthophila) em sistemas de produção convencional e orgânico de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	53
Tabela 10	Número de espécies e indivíduos de abelhas (Hymenoptera, Anthophila), agrupados por família, capturados em flores de espécies de plantas no entorno da área de produção convencional de morango, <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	57
Tabela 11	Número de espécies e indivíduos de abelhas (Hymenoptera, Anthophila), agrupados por família, capturados em flores de espécies de plantas no entorno da área de produção orgânica de morango, <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	58

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Esquema da inflorescência de <i>Fragaria x ananassa</i> Duchesne (Rosaceae)	16
Figura 2	Sistema de produção de morangos. Rancho Queimado-SC, 2008.....	20
Figura 3	Temperatura média e umidade relativa do ar em áreas de cultivo de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’ no período de realização dos tratamentos de biologia floral e reprodutiva. Rancho Queimado-SC, 2008.....	24
Figura 4	Flores de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’ em diferentes dias após a abertura floral. Rancho Queimado-SC, 2008.....	26
Figura 5	Morangos em desenvolvimento. Rancho Queimado-SC, 2008.....	29
Figura 6	Proporção de morangos de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’ que apresentaram problemas de polinização nas regiões do ápice, lateral e base, nos tratamentos de polinização livre em área de cultivo convencional, polinização livre em área de cultivo orgânico, autopolinização manual, polinização cruzada manual, anemofilia e autopolinização espontânea. CCA/UFSC, Florianópolis, 2008.....	30
Figura 7	Temperatura média e umidade relativa do ar média dos dias, agrupados nos meses, em que foram realizadas coletas de visitantes florais no morangueiro e na vegetação de entorno nas duas propriedades. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	45
Figura 8	Ordens de Insecta representadas e percentuais dos indivíduos coletados em sistemas de produção convencional e orgânico de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	48
Figura 9	Número de espécies de insetos coletados das ordens Hymenoptera e Diptera, em áreas de produção convencional e orgânica de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	48
Figura 10	Movimento seqüencial da visita de <i>Apis mellifera</i> às flores de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	49
Figura 11	Ocorrência de indivíduos de <i>Apis mellifera</i> sobre as flores do morangueiro, <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	50
Figura 12	Ritmo diário de atividade de <i>Apis mellifera</i> , baseado na porcentagem de indivíduos coletados em <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	50
Figura 13	Distribuição de freqüência das espécies de abelhas (Hymenoptera, Anthophila), agrupadas segundo as oitavas de abundância, conforme o método de Preston (1948). CCA/UFSC, Florianópolis, 2007/2008.....	55
Figura 14	Espécies de plantas comuns e exclusivas, visitadas por abelhas (Hymenoptera, Anthophila), nas áreas de entorno de produção convencional e orgânica de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.....	59

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	8
CAPÍTULO 1: Biologia floral e reprodutiva de <i>Fragaria x ananassa</i> Duchesne cv ‘Aromas’, (Rosaceae) cultivados sob túneis baixos, com notas comparativas entre sistema de produção orgânico e convencional, em Rancho Queimado, SC, Brasil.....	
1	INTRODUÇÃO.....
2	MATERIAL E MÉTODOS.....
2.1	Área de estudo.....
2.1.1	Área de cultivo convencional.....
2.1.2	Área de cultivo orgânico.....
2.2	Biologia floral.....
2.3	Biologia reprodutiva.....
3	RESULTADOS.....
3.2	Biologia floral.....
3.2	Biologia reprodutiva.....
4	DISCUSSÃO.....
	REFERÊNCIAS.....
CAPÍTULO 2: Diversidade e abundância de visitantes florais de <i>Fragaria x ananassa</i> Duchesne cv ‘Aromas’ em áreas de produção convencional e orgânica, sob túneis baixos, e da vegetação de entorno, com ênfase em abelhas.....	
1	INTRODUÇÃO.....
2	MATERIAL E MÉTODOS.....
2.1	Visitantes florais de <i>Fragaria x ananassa</i> cv “Aromas”.....
2.2	Melissofauna da vegetação de entorno da área de cultivo de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’.....
3	RESULTADOS.....
3.1	Visitantes florais de <i>Fragaria x ananassa</i> cv “Aromas”.....
3.2	Melissofauna da vegetação de entorno da área de cultivo de <i>Fragaria x ananassa</i> cv ‘Aromas’.....
3.3	Plantas visitadas pelas abelhas (Hymenoptera, Anthophila) na vegetação de entorno...
4	DISCUSSÃO.....
	REFERÊNCIAS.....

INTRODUÇÃO GERAL

Os ecossistemas são complexos dinâmicos de comunidades vegetais, animais e de microrganismos e o seu meio inorgânico que interagem como uma unidade funcional, compostos de elementos e processos. Os elementos são as espécies biológicas que podem ser organizadas de acordo com suas funções no sistema. Os processos são os mecanismos do ecossistema diretamente relacionados com a manutenção das espécies (ODUM, 1988), como por exemplo, a polinização biótica que garante a reprodução de muitas plantas.

Os serviços do ecossistema podem ser definidos como qualquer atributo funcional dos ecossistemas naturais que são demonstravelmente benéficos para a humanidade (CONSTANZA *et al.*, 1997). Esses serviços compreendem os principais valores indiretos da biodiversidade, como manutenção do solo, ciclagem de nutrientes, decomposição de resíduos e também a polinização de plantas silvestres e cultivadas (MYERS, 1996; CONSTANZA *et al.*, 1997). Em uma estimativa, Constanza *et al.* (1997) demonstraram que a soma dos serviços proporcionados pelo ecossistema chega a 33 trilhões de dólares em um ano, com a polinização sendo responsável por 112 bilhões desse valor. No entanto, Kearns *et al.* (1998) mencionam que o serviço proporcionado pelos polinizadores pode ser superior a 200 bilhões de dólares.

Polinização é o processo de transferência do pólen da antera para o estigma do carpelo, desta forma fertilizando o óvulo. Pólen de gimnospermas, encontrado no sistema digestório de insetos fossilizados, evidencia que estes consumiam o pólen há muito tempo, no Permiano, antes do aparecimento das angiospermas no fim do Jurássico e início do Cretáceo (CRANE *et al.*, 1995; LABANDEIRA, 1997). O surgimento congruente das plantas com flores e insetos, em conjunção com a observação de que as flores possuem combinações específicas de características florais, contribuem para a idéia de que a polinização biótica pode explicar a diversificação das angiospermas (BRONSTEIN *et al.*, 2006). Quanto à produção agrícola, mesmo com todo avanço no desenvolvimento de cultivares autopolinizáveis ou independentes da polinização, como a obtenção de frutos partenocárpicos, a polinização animal ainda é um fator importante (WESTERCAMP & GOTTSBERGER, 2000), sendo responsável por 35% da produção global de alimentos (KLEIN *et al.*, 2007).

A dependência dos polinizadores é variável de acordo com a espécie de planta cultivada. Richards (2001) menciona que as culturas agrícolas podem ser classificadas em quatro categorias amplas: produção e propagação vegetativa, produção de frutos sem polinização animal, produção vegetativa e propagação após polinização animal e produção de frutos e

sementes que necessitam da polinização animal. A dependência de polinizadores estaria confinada às duas últimas categorias. Dessa forma, quando se considera as plantas cujo cultivo é responsável pela maioria das calorias consumidas no mundo, como milho, arroz e trigo, observa-se que estas não dependem de polinizadores para essa grande produção (RICHARDS, 2001; GHAZOUL, 2005). Por outro lado, as plantas que dependem da polinização animal, como tomate, girassol, maçã, uva, morango, e muitas outras frutas, são extremamente importantes na dieta humana e de grande interesse econômico (RICHARDS, 2001; LOSEY & VAUGHAN, 2006; GALLAI *et al.*, 2008).

Considerando o atual declínio das populações de insetos polinizadores, existe a necessidade de se acessar a perda potencial decorrente dessa tendência e o nível de vulnerabilidade da agricultura mundial (GALLAI *et al.*, 2008). A manutenção da diversidade biótica em agroecossistemas não é um processo simples. Faz-se necessário um plano de sustentabilidade das culturas agrícolas que dependam desses polinizadores (SIQUEIRA DE CASTRO, 2002).

A modalidade de cultivo convencional moderna surgiu com a chamada Revolução Verde, por volta de 1960, essa revolução é um conjunto homogêneo de práticas tecnológicas, como variedades geneticamente melhoradas, fertilizantes químicos e agrotóxicos, que viabilizaram o aumento na produção agrícola e era a esperança ilimitada de combate à fome no mundo (HARDIN, 2008). No entanto, associado a este modo de produção está a perda da biodiversidade. Macdonald & Johnson (2000), através de questionários direcionados aos agricultores em 1981 e 1998, sugerem que existe um conflito fundamental entre a conservação dos habitats adjacentes a áreas agrícolas e a produção de alimentos.

O processo de fragmentação que acompanha o desenvolvimento de áreas agrícolas pode desencadear eventos de extinção em cascata, onde a perda de uma espécie pode levar à perda de outras espécies. Essa modificação da paisagem, tipicamente resulta na perda da vegetação nativa e mudanças em sua distribuição espacial, alterando progressivamente o funcionamento normal do ecossistema (FISCHER & LINDENMAYER, 2007). Quanto ao impacto dos inseticidas sobre os polinizadores, seus efeitos são bem documentados para *Apis mellifera* e envolvem desde aspectos fisiológicos até comportamentais, como queda nas habilidades de forrageamento, redução da longevidade e redução na capacidade de aprendizagem (DESNEUX *et al.*, 2007). Assim, o sistema de produção convencional geralmente é considerado como fator importante no declínio da biodiversidade em paisagens agrícolas, seja pela fragmentação florestal, seja pela utilização de agrotóxicos. Krebs *et al.* (1999)

mencionam que muitas espécies que eram habitantes comuns de áreas agrícolas se tornaram raras ou desapareceram após o advento da revolução verde.

Na tentativa de diminuir os efeitos adversos da produção agrícola convencional sobre a biodiversidade e serviços do ecossistema, o sistema de produção orgânico, e outras variações da chamada produção ecológica, estão sendo aplicados em torno do mundo para várias culturas. As áreas de produção orgânica são manejadas sem herbicidas, inseticidas e fertilizantes sintéticos, dessa forma podem promover aumento da biodiversidade nessas áreas (WINTER & DAVIS, 2006), embora Krebs *et al.* (1999), pontuem que um problema, com estudos da biodiversidade em paisagens agrícolas, é que tanto o manejo quanto os fatores da paisagem podem afetar a biodiversidade da área, ou seja, mesmo na produção orgânica os fatores de fragmentação florestal devem interferir na presença de polinizadores.

O crescimento da indústria de produtos orgânicos nos Estados Unidos da América do Norte foi grande nas duas últimas décadas, estima-se que a venda de produtos orgânicos tenha aumentado cerca de 20% ao ano desde 1990, alcançando 13,8 bilhões de dólares em 2005 (WINTER & DAVIS, 2006). No Brasil, ainda na década de 1970, a produção orgânica estava diretamente relacionada com movimentos filosóficos, que buscavam o retorno do contato com a terra como forma alternativa de vida, em contraposição aos preceitos consumistas da sociedade moderna, e dessa forma o setor foi ocupado, na sua grande maioria, por pequenos produtores e com alguma predominância de cultivo de frutas e olerícolas, geralmente destinados ao consumo *in natura* (ORMOND *et al.*, 2002). Segundo Araujo (2007) o Brasil possui aproximadamente 841.769 mil hectares sob manejo orgânico, representando um percentual de 0,24% da área total agricultável do país e 19.003 propriedades orgânicas.

O Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007, que regulamenta a Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica no Brasil, considera: “sistema orgânico de produção agropecuária, todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, à eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e à proteção do meio ambiente”. Esse mesmo decreto também apresenta como uma de suas diretrizes “a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas

naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção, com especial atenção às espécies ameaçadas de extinção”.

O cultivo do morangueiro teve grande expansão, no Brasil, a partir da década de 60, devido ao desenvolvimento, pelo Instituto Agrônomo de Campinas, estado de São Paulo, de cultivares com boa aceitabilidade (PASSOS, 1997). Desde então, a produção brasileira vem crescendo, estimando-se, atualmente, uma produção de 100 mil toneladas, ocupando uma área de 3.500 hectares, sendo que a maior parte das propriedades é de 0,5 a 1,0 ha, gerando empregos para três pessoas/ha/ano, os principais estados produtores são Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul (DUARTE FILHO *et al.*, 2007).

No estado de Santa Catarina, o município de Rancho Queimado é considerado a capital catarinense do morango (LEI ESTADUAL Nº 11.954). O relatório parcial da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), ainda não publicado, relata que a maior parte dos produtores de morango dessa região cultivam *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’. Segundo o mesmo relatório, a maioria dos produtores pratica a forma de cultivo convencional, onde se observa a aplicação de vários agroquímicos, principalmente acaricidas, no entanto, também se observa agricultores praticando cultivo orgânico. Uma característica comum dessa cultura, tanto na produção convencional quanto na orgânica, é o emprego da irrigação, de plástico de cobertura de solo e túneis baixos, e o emprego de mão de obra familiar. Segundo Antunes *et al.* (2005) o uso dos túneis oferece melhoria de qualidade e disponibilidade do produto em uma condição mais controlada, o túnel evita excessos de chuva ou seca ou mesmo danos provocados por granizo.

O cultivar “Aromas” foi lançado pela Universidade da Califórnia, Estados Unidos da América, sendo descrita como de dia neutro e muito produtiva, ela possui hábito de crescimento ereto e os frutos são grandes, bastante firmes, com coloração vermelha acentuada, sabor agradável e qualidade excelente para consumo *in natura* e industrialização, além de apresentar uma robusta tolerância ambiental (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2008). Segundo Antunes *et al.* (2005) não há variedades de morango totalmente resistentes a pragas e doenças, sendo o controle químico necessário, embora com o tempo os organismos alvos possam adquirir resistência aos agroquímicos. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2008) o morango vem em segundo lugar no ranking das irregularidades em relação às contaminações por agrotóxicos: 43,62% das amostras, recolhidas em supermercados em 2007, tinham ao menos cinco tipos de agrotóxicos acima do limite permitido por lei.

Diante da importância já constatada dos insetos, principalmente das abelhas, para a polinização dos morangueiros (JAICOX, 1970; CONNOR & MARTIN, 1973; CHAGNON *et al.* 1989; CHAGNON *et al.* 1993; MALAGODI-BRAGA, 2002), da necessidade de áreas florestais para atividades como nidificação e forrageamento das abelhas nativas (ROUBIK, 2006) e do efeito dos pesticidas sobre os insetos polinizadores, torna-se importante avaliar o impacto da ação humana, decorrente do desmatamento e manejo da cultura, sobre os processos de polinização.

Este estudo, ao tratar da ecologia da polinização de *F. ananassa* cv 'Aromas', busca contribuir para a divulgação, valorização e conservação das abelhas, além de oferecer indicadores ambientais para o manejo adequado dessa cultura. Ao se avaliar áreas agrícolas sob diferentes contextos de produção, e com diferentes níveis de impacto ambiental, também se estará reforçando o conceito de serviços do ecossistema, no sentido de reafirmar que a preservação de áreas florestadas próximas às áreas de cultivos, associada ao manejo adequado das culturas pode colaborar com a manutenção de estoques naturais de polinizadores e conseqüente aumento da produtividade.

Conforme exposto acima, o presente trabalho está dividido em dois capítulos. No primeiro o objetivo foi relacionar a morfologia floral e a contribuição dos diversos agentes de polinização na produção de *F. x ananassa* cv 'Aromas', cultivados sob túneis baixos. Também se procurou identificar diferenças entre as taxas de polinização natural em dois ambientes de cultivo contrastantes, ou seja, uma área de cultivo convencional e outra área de cultivo orgânico. No segundo o objetivo foi levantar os visitantes florais de *F. x ananassa* cv 'Aromas', cultivados sob túneis baixos, assim como identificar os principais polinizadores, tanto na área de cultivo convencional quanto no orgânico. Também foram amostradas as espécies de abelhas que visitaram as flores da vegetação de entorno das duas áreas de produção, com o objetivo de avaliar e comparar a diversidade entre as áreas.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L. E. C.; CAMPOS, A. D.; DUARTE FILHO, J.; MEDEIROS, A. R. M.; SANTOS, A. M. **Sistema de produção do morango**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap09.htm>>. Acesso em 15 de jan. 2009.
- ANVISA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos – PARA**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/residuos/resultados_PARA.pdf>. Acesso em 15 de jan. 2009.

- ARAÚJO, J. C. Comercialização de orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p. 33-36, 2007.
- BRASIL. Decreto Federal N^o 6323 de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei n^o 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 28 dez. 2007.
- BRONSTEIN, J. L.; ALARCÓN, R.; GEBER, M. The evolution of plant-insect mutualisms. **New Phytologist**, Sheffield, v. 172, p. 412-428, 2006.
- CHAGNON, M. GINGRAS, J. & OLIVEIRA, D. Pollination rate of strawberries. **Journal of Economic Entomology**, v.82, p.1350-1353, 1989.
- CHAGNON, M. GINGRAS, J. & OLIVEIRA, D. Complementary aspects of strawberry pollination by honey and indigenous bees (Hymenoptera). **Journal of Economic Entomology**, v.86, p.416-420, 1993.
- CONNOR L.J.; MARTIN, E.C. Components of pollination of commercial strawberries in Michigan. **HortScience**, v.8(4), p.304-306, 1973.
- CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, vol. 387, p. 253-260, 1997.
- CRANE, P. R.; FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R. The origin and early diversification of angiosperms. **Nature**, v. 374, p. 27-33, 1995.
- DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 52, p. 81–106, 2007.
- DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. Cultivares do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, p.20-23, 2007.
- FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, Ottawa, v. 16, p. 265-280, 2007.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIERE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, West Allis, v. 68, p. 810-821, 2008.

GHAZOUL, J. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. **Trends in Ecology and Evolution**, London, v. 20, p. 367-373, 2005.

HARDIN, L. S. Meetings that changed the world: Bellagio 1969: the green revolution. **Nature**, v. 455, p. 470-471, 2008.

JAYCOX, E.R. Pollination of strawberries. **American Bee Journal**, v.110, p.176-177, 1970.

KEARNS, C. A.; INOUE, D.W.; WASER, N.M. Endangered mutualisms: the conservation of plant–pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 29, p.83–112, 1998.

KLEIN, A. M.; VAISSIERI, B. E.; CANE, J. H.; DEWENTER, I. S.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society**, London, v. 274, p. 303-313, 2007.

KREBS, J. R.; WILSON, J. D.; BRADBURY, R. B.; SIRIWARDENA, G. M. The second Silent Spring? **Nature**, v. 400, p. 611-612, 1999.

LABANDEIRA, C. C. Insect mouthparts: ascertaining the paleobiology of insect feeding strategies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 28, p. 153-193, 1997.

LOSEY, J. E.; VAUGHAN, M. The economic value of ecological services provided by insects. **Bioscience**, Washington, v.56, p. 311-323, 2006.

MACDONALD, D. W.; JOHNSON, P. J. Farmers and the custody of the countryside: trends in loss and conservation of non-productive habitats 1981-1998. **Biological Conservation**, Boston, v. 94, p. 221-234, 2000.

MALAGODI-BRAGA, K. S. Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae). **Tese (Doutorado)**, 104 p. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia, São Paulo, 2002.

MYERS, N. Environmental services of biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 93, p. 2764-2769, 1996.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1988.

ORMOND, J. G. P.; DE PAULA, S. R. L.; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. **Agricultura orgânica, quando o passado é futuro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, 2002.

PASSOS, F.A. Influência de sistemas de cultivo na cultura do morango (*Fragaria x ananassa Duch.*). **Tese** (Doutorado), 105p. ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

RICHARDS, A. J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**, Oxford, v. 88, p. 165-172, 2001.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v.37: p.124-143, 2006.

SANTA CATARINA. LEI Nº 11.954, de 25 de outubro de 2001. Declara o município de Rancho Queimado a capital catarinense do morango. **Diário Oficial do Estado**, Florianópolis, 29 out, 2001.

SIQUEIRA DE CASTRO, M. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potencial pollinators and their conservation. IN: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds) - Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature. **Ministry of Environment**, Brasília. p.275-288. 2002.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Aromas strawberry cultivar**. Disponível em: <<http://www.innovationaccess.ucdavis.edu/strawberry/Aromascultivar.htm>>. Acesso em 12 de nov. 2008.

WESTERCAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity pays in crop pollination. **Crop Science**, Columbia, v. 40, p. 1209-1222, 2000.

WINTER, C. K.; DAVIS, S. F. Organic foods. **Journal of food science**, Chicago, v. 71, p. 117-124, 2006.

CAPÍTULO 1

Biologia floral e reprodutiva de *Fragaria x ananassa* Duchesne cv ‘Aromas’, (Rosaceae) cultivados sob túneis baixos, com notas comparativas entre sistema de produção orgânico e convencional, em Rancho Queimado, SC, Brasil

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro, *Fragaria* (Rosaceae), é caracterizado como uma planta herbácea perene, prostrada e estolonífera, apresentando folhas trifoliadas com folíolos glabrescentes (QUEIRÓZ-VOLTAN *et al.*, 1996), além de possuir flores hermafroditas, cíclicas, diclamídeas, em geral com receptáculo bem desenvolvido e elevado; cinco pétalas e cinco sépalas livres entre si; androceu formado por numerosos estames dispostos em verticilo; ovários formados por carpelos livres entre si, contendo um óvulo em cada carpelo; fruto apocárpico com frutículos do tipo aquênio e pseudofruto formado pelo desenvolvimento do receptáculo que eleva os frutículos (JOLY, 2002).

As variedades atuais de morangueiros cultivados são uma série de híbridos resultantes do cruzamento das espécies silvestres octaplóides *Fragaria virginiana* Duchesne, da América do Norte, e *Fragaria chiloensis* Duchesne provenientes da América do Sul (GILL & VEAR, 1965), sendo que a classificação botânica atualmente utilizada para os cultivares comerciais, é *Fragaria x ananassa* Duchesne (HANCOCK, 1990). Suas flores estão arranjadas em inflorescências que são caracterizadas por uma cimeira dicotômica; do eixo primário nascem duas brácteas subopostas que terminam numa flor; na axila de cada bráctea desenvolve-se um eixo secundário terminado por outra flor, e assim sucessivamente, de tal forma que se têm flores primárias, secundárias, terciárias e quaternárias (figura 1) (QUEIRÓZ-VOLTAN *et al.*, 1996).

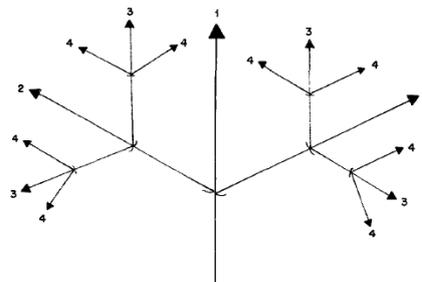


Figura 1: Esquema da inflorescência de *Fragaria x ananassa* Duchesne (Rosaceae) (QUEIRÓZ-VOLTAN *et al.*, 1996).

A posição da flor nessa hierarquia da inflorescência também determina seu potencial de frutificação, esta hierarquia segue a predição da seqüência cronológica de florescimento, o número de pistilos por flor e conseqüentemente o tamanho relativo dos morangos (CHAGNON *et al.*, 1989). A parte comestível, resultante do desenvolvimento do receptáculo é denominada de pseudofruto, sendo frutos verdadeiros os aquênios desenvolvidos (JOLY, 2002), no entanto, comercialmente denomina-se fruto ao conjunto do receptáculo floral desenvolvido e os aquênios, conhecido por morango, nomenclatura que foi utilizada nesse trabalho.

No processo de polinização os grãos de pólen devem alcançar quase a totalidade dos estigmas e ocorrer fecundação dos óvulos para um desenvolvimento adequado do receptáculo floral (JAICOX, 1970). Devido às características morfológicas e fisiológicas, as flores podem se autopolinizar, porém, raramente o pólen atinge espontaneamente a totalidade dos estigmas, e se o estigma não for polinizado ou se ele for removido logo após a polinização, não há crescimento local do receptáculo, gerando morangos deformados (McGREGOR, 1976). Entretanto, os diversos cultivares apresentam variações em sua capacidade de autopolinização espontânea (CONNOR & MARTIN, 1973; ZEBROWSKA, 1998; MALAGODI-BRAGA, 2002), sendo que essas variações geralmente estão relacionadas à morfologia e à fisiologia floral específicas, como diferenças na altura dos estames em relação ao receptáculo floral (ZEBROWSKA, 1998).

A polinização da flor ocorre, em sua maior parte, devido à ação combinada da gravidade e do vento (CHAGNON *et al.*, 1989; ZEBROWSKA, 1998), sendo que os insetos desempenham um papel essencial na redução das taxas de malformação (McGREGOR, 1976). A rentabilidade da cultura está relacionada à proporção de frutos bem formados que são direcionados para a venda *in natura*, que é mais lucrativa, enquanto aqueles deformados são, geralmente, destinados à fabricação de geléias, iogurtes e sucos e vendidos a preço inferior.

A hierarquia floral também é um fator a ser considerado ao se avaliar a importância da polinização por insetos, pois as flores primárias e secundárias, por apresentarem maior número de pistilos e conseqüentemente maior número de óvulos para serem fecundados, podem apresentar uma dependência maior dos insetos para serem completamente polinizadas (CHAGNON *et al.*, 1989; ZEBROWSKA, 1998). Por essa razão, o acréscimo na produção de frutos, promovido pela polinização por insetos, deve ser atribuído principalmente à polinização dessas flores (ZEBROWSKA, 1998).

Connor & Martin (1973), avaliando os agentes de polinização de 11 cultivares de morangueiros, concluíram que a autopolinização espontânea foi responsável por 53% dos aquênios fecundados, que a ação do vento elevou este valor para 67%, e a polinização por insetos para 91%. Também verificaram que a contribuição dos insetos foi maior naqueles cultivares cujos estames apresentaram uma altura inferior à do receptáculo floral e foi menor naqueles com estames mais altos.

O objetivo desse trabalho foi relacionar a morfologia floral e a contribuição dos diversos agentes de polinização na produção de *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’, cultivados sob túneis baixos. Também procurou-se identificar diferenças entre as taxas de polinização natural em duas áreas de cultivo contrastantes, uma de cultivo convencional e outra de cultivo orgânico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Rancho Queimado localiza-se a 70 km de Florianópolis junto às encostas e escarpas da Serra Geral, entre o litoral e o planalto Catarinense, numa altitude média de 820m s.n.m. De relevo acidentado, este município é composto por um conjunto de vales, morros, montanhas, escarpas e altiplanos. O tipo climático para a região, segundo a classificação de Koeppen, é o mesotérmico úmido (Cfa). Dessa forma, a região apresenta temperaturas médias anuais entre 14° e 18°C, temperaturas médias em janeiro entre 18° e 22°C e, temperaturas médias em julho entre 10 e 12°C, sendo que a precipitação média anual é de 1.800mm (IBGE, 2008).

Rancho Queimado foi reconhecido, pela Lei Estadual Nº 11.954, de 25 de outubro de 2001, como Capital Catarinense do Morango, onde atualmente se desenvolve tanto a produção em cultivo convencional quanto orgânico. Nesse município, mais especificamente no Distrito de Taquaras, foram selecionadas duas áreas de cultivo de *F. ananassa* cv ‘Aromas’, sob o contexto de produção orgânica e convencional. A distância aproximada entre as duas propriedades é de 5 km.

As observações e os tratamentos para a caracterização da biologia floral de *F. ananassa* cv ‘Aromas’ foram realizados na área de produção convencional. Dos tratamentos aplicados no estudo da biologia reprodutiva somente o teste de polinização livre foi também aplicado na

área de produção orgânica, sendo os outros testes realizados na área de produção convencional.

Durante os estudos foram amostrados, no local, os dados de nebulosidade, temperatura ambiente, umidade relativa do ar e velocidade do vento. A nebulosidade foi obtida a partir da observação direta da presença de nuvens no céu. A temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram obtidas com o uso de um psicrômetro manual instalado a cerca de 1,50 m do solo, ao abrigo dos raios solares e em ambiente ventilado, conforme Laroca (1995). A velocidade do vento foi classificada de acordo com a escala da força do vento de Beaufort. Esses dados foram coletados em seis momentos do dia, sendo a primeira avaliação realizada as 08:00h e as outras de duas em duas horas até as 18:00h.

2.1.1 Área de cultivo convencional

A área de cultivo convencional (S27° 39' 52'', W49° 07'49''; 788m s.n.m.) é composta por cerca de 3000 morangueiros distribuídos em 19 canteiros. Cada canteiro está separado do outro por ruas de cerca de 80cm e apresentam cobertura do solo com plástico preto. Para a proteção dos morangueiros os produtores usam, também, o chamado túnel baixo (cerca de 1,5m de altura), que consiste de plástico semitransparente suportado por arcos de metal (figura 2).

A vegetação florestal próxima à área de cultivo está distribuída por vários fragmentos de diversos tamanhos entrecortados por pastos e outras propriedades. O remanescente florestal mais próximo da área de produção dista cerca de 200m.

Nessa propriedade o morangueiro é a principal planta cultivada, embora também se observe um pequeno espaço com cultivo de *Agapanthus* sp. A maior parte da área é ocupada, principalmente, por pastagem, porém sem muitos cuidados, o que permitiu a ocorrência de várias espécies de plantas espontâneas em grande abundância.

2.1.2 Área de cultivo orgânico

A área de cultivo orgânico (S27° 37' 55'', W49° 05' .39''; 672m s.n.m.) apresenta cerca de 2500 morangueiros distribuídos em 15 canteiros. Cada um está separado do outro por ruas de 80cm e a cobertura do solo e dos morangueiros segue o mesmo padrão da produção convencional, descrita no item 2.1.1.

A vegetação florestal próxima à área de cultivo está distribuída em vários fragmentos de diversos tamanhos entrecortados por pastos e outras propriedades. O remanescente florestal mais próximo da área de produção dista cerca de 100m.

A plantação de milho e cenoura, também na forma orgânica, em sistema rotacional com ervilhaca (*Vicia villosa*), ocupa a maior parte da área disponível na propriedade. Dessa forma observa-se menor abundância de plantas espontâneas no entorno da plantação de morangos, quando comparado a área de produção convencional já mencionada.



Figura 2: Sistema de produção de morangos. A: canteiros protegidos por túneis baixos com o plástico de cobertura aberto; B: detalhe dos morangueiros sob o túnel. Rancho Queimado-SC, 2008.

2.2 Biologia floral

No estudo da biologia floral de *F. ananassa* cv ‘Aromas’ foram observadas a longevidade floral, receptividade do estigma, oferta e viabilidade do pólen e a produção de néctar. A longevidade floral e a oferta de pólen foram acompanhadas a partir de flores marcadas ainda em seu estado de botão.

Para o teste de receptividade do estigma utilizou-se a técnica proposta por Galen & Plowright (1987), que constataram que a atividade da enzima peroxidase no estigma estava relacionada com o aumento da adesão e germinação dos grãos de pólen. Foram emasculadas 40 flores em estágio de botão, sendo que diariamente seis flores eram submetidas ao teste. Foi utilizado o peróxido de hidrogênio (H_2O_2 – 20 volumes) para se detectar a ação da enzima peroxidase, cuja presença foi indicada pela formação de pequenas borbulhas nos estigmas receptivos.

A viabilidade do pólen oferecido pelas flores em diferentes idades foi determinada através de adaptação da técnica utilizada por Nunes *et al.* (2001) que trabalhou com pólen de

macieira, outra espécie da família Rosacea. O método utilizado consistiu na germinação *in vitro* dos grãos de pólen em meio de cultura gelificado contendo 10 g.L⁻¹ de ágar e concentração de 10% de sacarose. Esses testes foram realizados no laboratório de Entomologia agrícola da Universidade Federal de Santa Catarina, sendo que para germinação os grãos foram semeados no meio de cultura e mantidos em estufa na temperatura de 25°C. Foi considerado germinado o grão de pólen cujo comprimento do tubo polínico ultrapassou o diâmetro do próprio grão de pólen. A porcentagem de grãos de pólen germinados foi obtida pela contagem, em microscópio óptico, de cerca de 100 grãos em cada repetição, sendo realizadas 4 repetições. Os dados obtidos no teste de germinação foram submetidos à análise da variância e do teste de separação de médias de Tukey a 5% de significância utilizando o programa Statistica 8.0[®].

O volume e a concentração do néctar potencial produzido pelas flores ao longo da sua longevidade foram avaliados diariamente em trinta flores, ensacadas na pré-antese com sacos confeccionados com tecido de náilon com mesh de 500µm, no período da manhã e tarde de cada dia em que a flor permaneceu aberta. Para a coleta do néctar foram utilizados tubos microcapilares (1µl), conforme Dafni (1992) e Kearns & Inouye (1993). A concentração de açúcares foi determinada logo após a coleta do néctar com um refratômetro portátil com escala de 0 a 50° BRIX (Bellingham & Stanley, modelo Eclipse). Os dados que apresentaram homogeneidade em suas variâncias foram analisados através da ANOVA e o teste de separação de médias de Tukey, enquanto aqueles que não apresentaram homogeneidade foram analisados pelo teste Kruskal Wallis, que é não paramétrico, com 95% de confiabilidade (SOKAL & ROHLF, 1995), utilizando o programa Statistica 8[®].

2.3 Biologia reprodutiva

Para estudar a estratégia reprodutiva de *F. ananassa* cv 'Aromas' foram utilizadas 30 flores primárias para cada tratamento, exceto nos tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada manual onde foram utilizadas 15 flores em cada tratamento. As flores foram escolhidas aleatoriamente, ainda em estágio de botão, através de caminhadas entre os canteiros, e marcadas com fitas que não interferiam na visitação dos insetos. Foram realizados os seguintes testes: polinização livre, autopolinização espontânea, anemofilia, polinização cruzada manual e autopolinização manual. Na área de produção orgânica apenas o tratamento de polinização livre foi aplicado, a fim de comparar a eficiência da polinização natural entre as áreas.

O tratamento de polinização livre foi o controle, no qual foi permitido toda forma natural de transferência de pólen.

Para o tratamento de autopolinização espontânea, as flores foram ensacadas com papel manteiga no dia anterior à antese, assim permanecendo até o início do desenvolvimento do receptáculo floral.

No tratamento de anemofilia, as flores foram ensacadas com sacos de tecido de náilon com mesh de 500 μ m, no dia anterior ao da antese, assim permanecendo até o desenvolvimento do receptáculo floral. Esse procedimento permite tanto a polinização com pólen da própria flor como de flores de outras plantas, caso esses sejam transportados pelo vento.

Para o tratamento de polinização cruzada manual, as flores selecionadas ainda em estágio de botão tiveram suas anteras retiradas e permaneceram ensacadas com papel manteiga até o quarto dia de abertura floral. O pólen utilizado foi coletado de flores de outras plantas da mesma cultivar, sendo que as anteras foram retiradas no dia anterior a polinização das flores receptoras. O pólen coletado foi mantido em recipientes plásticos em local seco a temperatura ambiente. Esse procedimento facilita a polinização com o pincel, pois o pólen fica mais livre das anteras. No quarto dia, as flores receptoras foram desensacadas, polinizadas com o auxílio de pincel e ensacadas novamente até o início do desenvolvimento do receptáculo floral. A utilização de pólen da mesma cultivar, para esse teste, pode ser considerado como autopolinização, visto que as plantas são obtidas a partir de propagação vegetativa, no entanto deve-se considerar que nos canteiros de produção, geralmente apenas um cultivar está disponível e conseqüentemente, se houver transporte de pólen, será entre essas plantas.

Para o tratamento de autopolinização manual as flores selecionadas foram ensacadas com papel manteiga na pré antese. No segundo dia após a abertura floral, as anteras foram retiradas e colocadas em recipientes de plástico identificados, estes com as anteras, foram mantidos em local seco a temperatura ambiente até o quarto dia após a abertura floral, quando as flores foram desensacadas e a transferência do pólen, da mesma flor, foi feita com auxílio de um pincel. Na seqüência as flores foram reensacadas e assim permaneceram até o início do desenvolvimento do receptáculo floral. Esse procedimento foi necessário para se evitar a abertura completa das anteras e a perda de pólen a partir do terceiro dia.

O efeito dos tratamentos na produção de morangos foi avaliado através da determinação do peso fresco dos morangos colhidos, e da classificação quanto à forma, em quatro categorias: bem formado, regular, deformado ou muito deformado. As regiões onde

ocorreram as deformações nos morangos também foram relacionadas, a fim de identificar padrões de deformação em cada tratamento aplicado. Sendo assim, o morango foi dividido em três regiões: ápice, lateral e base. A categoria bem formado se refere ao morango sem qualquer defeito de polinização, com crescimento uniforme do receptáculo. A categoria regular se refere àqueles morangos com um leve defeito no crescimento do receptáculo, mas que não impedem sua comercialização *in natura*. A categoria deformado envolve os morangos com fortes defeitos no ápice e lateral do receptáculo, descaracterizando o contorno normal do morango, porém, ainda permite a comercialização da polpa para produção de geléias, iogurtes e outros derivados. A categoria muito deformado se refere aos morangos com deformações graves no ápice, lateral e base do receptáculo inviabilizando qualquer forma de comercialização. Segundo o INMETRO (2009) (comunicação pessoal-ouvidoria), as normas que definem identidade e qualidade do morango não estão publicadas no Brasil, por isso, as avaliações acima descritas foram baseadas em informações dos produtores que selecionam e encaminham os morangos para comercialização.

Para estabelecer a efetividade de cada tratamento, foi determinada a taxa de fecundação em cada morango através da contagem dos aquênios fecundados e não fecundados. Para a realização dessa contagem foi utilizado o método de Thompson (1971), que, suportado por testes de germinação, constatou que é possível separar os aquênios viáveis, dos não viáveis, através da sua capacidade de flutuação em água. Os dados foram analisados através do teste de Kruskal Wallis, com 95% de confiabilidade (SOKAL & ROHLF, 1995), com a ajuda do programa Statistica 8[®]. A partir da determinação da taxa de fecundação, usamos o coeficiente de correlação de postos de Spearman (r_s) para identificar correlações entre a taxa de fecundação e as variáveis: peso, maior diâmetro e maior comprimento, também com o auxílio do programa Statistica 8[®].

O efeito dos diversos agentes de polinização no peso dos morangos foi determinado através da contribuição percentual no peso médio dos frutos, em cada tratamento realizado, utilizando-se a fórmula abaixo, conforme Zebrowska (1998):

$$A = \frac{X_a}{X_i} \times 100\%$$

$$V = \frac{X_v - X_a}{X_i} \times 100\%$$

$$I = \frac{X_i - X_v}{X_i} \times 100\%$$

$$A(\%) + V(\%) + I(\%) = 100\% (X_i)$$

onde: A é o efeito da autopolinização espontânea, V é o efeito da polinização pelo vento, I é o efeito da polinização por insetos, X_a é o peso médio dos frutos resultantes da autopolinização espontânea, X_v é o peso médio dos frutos da polinização pelo vento e X_i é o peso médio dos frutos da polinização natural (controle).

3 RESULTADOS

Os tratamentos foram realizados no período de 06 a 13 de setembro de 2008. As temperaturas médias e a umidade relativa do ar, na área dos trabalhos, estão relacionadas na figura 3.

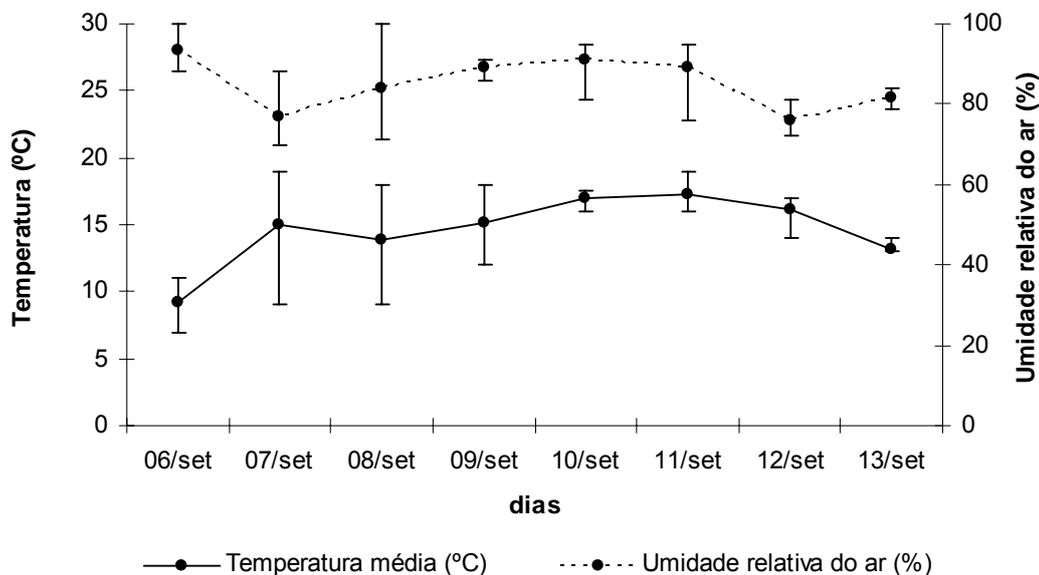


Figura 3: Temperatura média e umidade relativa do ar em áreas de cultivo de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas' no período de realização dos tratamentos de biologia floral e reprodutiva. As barras representam os valores máximos e mínimos de cada variável, em cada dia de avaliação. Rancho Queimado-SC, 2008.

Durante os experimentos respeitou-se a rotina normal de trabalho do agricultor na tentativa de refletir os efeitos do manejo da cultura. Os canteiros permaneceram com os plásticos dos túneis abaixados, sendo levantados principalmente nos momentos da colheita. O tempo permaneceu instável na maior parte do período, com precipitações em dois dias, céu nublado em três dias e predominância de sol nos outros três dias. O período foi caracterizado principalmente pelas baixas temperaturas e por um vento fraco inconstante, ora se enquadrando na escala 1 ora na escala 2 de Beaufort.

3.1 Biologia floral

As observações diretas da longevidade floral permitiram constatar que a abertura da corola ocorre em diferentes horários do dia e as flores permanecem abertas por até seis dias (N=30), apresentando características peculiares a cada dia de idade (tabela 1). As flores do

primeiro dia geralmente permanecem com a corola semi aberta com as pétalas na posição vertical, a qual se abre completamente ao longo do segundo dia e assim permanece até a senescência, no entanto, a queda das pétalas não foi observada em todas as flores marcadas e vários morangos em desenvolvimento ainda apresentavam a corola intacta.

As flores apresentaram receptáculo floral bem desenvolvido e com elevação de $1,0 \pm 0,2$ cm (N=30), onde estão localizados os ovários, formados por carpelos livres entre si. O androceu é composto por $31,41 \pm 2,35$ (N=30) estames livres entre si, e dispostos em torno do receptáculo floral. Os estames apresentaram filetes com comprimentos que variaram de 0,8 até 4,8 mm, assim distribuídos: 53% superiores a 3,0mm (longos), 26% entre 1,5 e 3,0mm (médios) e 21% inferiores a 1,5mm (curtos) (N=20).

Tabela 1: Características das flores de *Fragaria x ananassa* cv “Aromas” em diferentes dias após a abertura floral. Rancho Queimado-SC, 2008.

Idade floral	Abertura corola	Receptividade estigmática constatada	Deiscência antera	Posição das anteras em relação aos estigmas
1 dia	Parcial	Na base	Parcial	Juntas aos estigmas. Anteras na vertical.
2 dias	Total	Na base e laterais	Parcial	FLM*: afastando-se FC: juntas
3 dias	Total	Base, lateral e alguns no ápice	Total	FLM: afastando-se e horizontalizando-se FC: juntas
4 dias	Total	Completa	Total	FLM: afastadas e horizontalizadas FC: afastando-se
5 dias	Total	Completa	Total	FLM: afastadas e horizontalizadas FC: afastando-se e horizontalizando-se
6 dias	Total	Completa	Total	FLM: afastadas e horizontalizadas FC: afastadas e horizontalizadas

*FLM: anteras com filetes de comprimento longo e médio (> 1,5mm); FC: anteras com filetes de comprimento curto (<1,5mm).

As diferenças de altura encontradas entre os filetes se refletem na altura alcançada pelas anteras em relação aos estigmas localizados no ápice do receptáculo floral, sendo que não foram observadas flores primárias em que a altura das anteras fosse superior a esses estigmas. Os estames com filetes menores que 1,5mm permaneceram até o terceiro dia com as anteras próximas aos estigmas da base do receptáculo, enquanto aqueles com filetes mais longos começaram a se distanciar dos estigmas logo após a abertura da flor. Esse distanciamento é proporcionado tanto pelo afastamento dos filetes em direção às pétalas, como pela orientação das anteras, que a partir do segundo dia apresentam tendência a horizontalização (figura 4).

As anteras em pré-antese apresentam coloração amarela, escurecendo a medida que os grãos de pólen são liberados. A deiscência das anteras é longitudinal e inicia-se logo após a abertura da corola, porém a completa exposição do pólen só é observada no decorrer do terceiro dia.



Figura 4: Flores de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas' em diferentes dias após a abertura floral. A: primeiro dia; B: segundo dia; C: terceiro dia; D: sexto dia. Rancho Queimado-SC, 2008.

Os estigmas localizados na base do receptáculo floral se apresentaram receptivos desde o início da antese, enquanto aqueles do ápice, a partir do terceiro dia, sugerindo aumento gradativo, da base para o ápice, no número de estigmas receptivos. No quarto dia, aparentemente, todos os estigmas estão receptivos, assim permanecendo até o sexto dia ou início do desenvolvimento do receptáculo floral (tabela 1).

Os dados obtidos no teste de viabilidade dos grãos de pólen estão sumarizados na tabela 2, e apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (ANOVA; $F=131,48$, $P < 0,001$). O percentual máximo de germinação foi de 79,75%, obtido para o pólen proveniente das flores no primeiro dia de abertura. Para as flores de segundo e terceiro dia não foram observadas diferenças significativas, e o percentual de germinação foi de 64% e 58%, respectivamente. O pólen coletado das flores de quarto dia apresentou 48% de germinação, e não foi significativamente diferente daqueles de terceiro dia, entretanto para as flores de

quinto e sexto dia os percentuais de germinação foram de 20% e 14%, respectivamente. Nota-se que a viabilidade do pólen decresce com a idade da flor.

Tabela 2: Porcentagem de grãos de pólen de *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’ germinados *in vitro*, provenientes de flores de diferentes idades. CCA/UFSC, Florianópolis, 2008.

Idade da flor (dia)	% pólen germinado
1	79,75 ± 5,43a*
2	64,25 ± 6,13b
3	58,00 ± 6,32bc
4	48,25 ± 5,25c
5	20,00 ± 5,88d
6	14,75 ± 4,42d

*Valores seguidos por letras iguais não diferem significativamente entre si (Tukey, $\alpha = 0,05$).

Os dados de produção do néctar potencial, sumarizados na tabela 3, apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (K-W: $H=151,25$ $P < 0,001$) e permitiram evidenciar que o maior volume de néctar foi observado nas flores do terceiro dia com $2,20 \pm 0,99\mu\text{L}$ no período da manhã e $1,95 \pm 1,07\mu\text{L}$ à tarde. No entanto, o volume de $1,60 \pm 0,70$ observado na manhã do quarto dia não foi significativamente diferente daquele da tarde do terceiro dia. Em todos os outros momentos avaliados o volume não foi superior a $1\mu\text{L}$ e não houve diferenças significativas entre horários e dias.

Tabela 3. Volume médio (μL) e concentração ($^{\circ}\text{Brix}$) de néctar potencial, obtidos em flores de diferentes idades de *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’ (N=30). M= manhã, T= tarde. Rancho Queimado, SC, 2008.

Idade da flor	Néctar potencial	
	Volume (μL)	Concentração ($^{\circ}\text{Brix}$)
2	M	0,25 ± 0,17c*
	T	0,35 ± 0,19c
3	M	2,20 ± 1,0a
	T	1,95 ± 1,07ab
4	M	1,60 ± 0,70b
	T	0,09 ± 0,17c
5	M	0,52 ± 0,59c
	T	0,57 ± 0,53c
6	M	0,32 ± 0,32c
	T	0,06 ± 0,17c

*Valores seguidos por letras iguais, nas mesmas colunas, não diferem significativamente entre si (Volume: K-W: $H=151,25$ $P =0,000$; Concentração: ANOVA; $F= 8,54$, $P < 0,001$; Tukey, $\alpha = 0,05$).

A avaliação da concentração de açúcares no néctar só foi realizada quando o volume coletado era superior a 1 μL , sendo que os maiores valores foram obtidos para o período da manhã e da tarde do terceiro dia com $18 \pm 10,5$ e $16 \pm 4,86$ °Brix, respectivamente. Não foi possível coletar néctar no primeiro dia de abertura floral, pois as flores permaneciam semi abertas e as anteras bem próximas ao receptáculo impediam o acesso aos nectários sem causar danos.

3.2 Biologia reprodutiva

O peso dos morangos nos tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada manual não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, bem como com o tratamento de polinização livre empregados nas duas áreas. No entanto, os tratamentos anemofilia e autopolinização espontânea diferiram entre si e entre os outros tratamentos (K-W: $H = 71,67$ $P < 0,001$).

Quanto à classificação, observa-se que a maior proporção de morangos bem formados foi resultante dos tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada manual com 86% e 73% respectivamente, não sendo observado qualquer morango deformado. No tratamento de polinização livre, na área de produção convencional, 48% dos morangos podem ser classificados como bem formados e 36% regulares, enquanto na área de produção orgânica 35% como bem formados e 51% regulares. Esse resultado se reflete na proporção de morangos destinados para a venda *in natura*, visto que somente morangos bem formados ou regulares podem ser direcionados para essa modalidade de venda. Por outro lado, os morangos resultantes dos tratamentos de anemofilia e autopolinização espontânea não apresentaram um bom desenvolvimento do receptáculo floral, resultando em frutos deformados e muito deformados (figura 5). Os dados obtidos nos tratamentos quanto ao peso e a classificação dos morangos estão representados na tabela 4.

Todos os tratamentos apresentaram uma porcentagem de morangos com defeitos de polinização nos estigmas do ápice do receptáculo floral. No tratamento de autopolinização espontânea esses defeitos foram mais acentuados e atingiram a totalidade dos morangos avaliados, seguido pelo tratamento de anemofilia com 80% dos frutos defeituosos e na polinização livre com 64% e 51% nas áreas de produção convencional e orgânica, respectivamente. Nos tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada manual os defeitos no ápice foram menos expressivos, com respectivos 14% e 27% dos morangos com esses problemas. Os defeitos na lateral e base dos morangos foram mais importantes naqueles

provenientes dos tratamentos de anemofilia e autopolinização espontânea, principalmente por estarem associados aos defeitos do ápice, resultando em grande proporção de morangos deformados e muito deformados. Os tratamentos de polinização livre e autopolinização manual não apresentaram morangos com defeito expressivo na base ou lateral (figura 6).

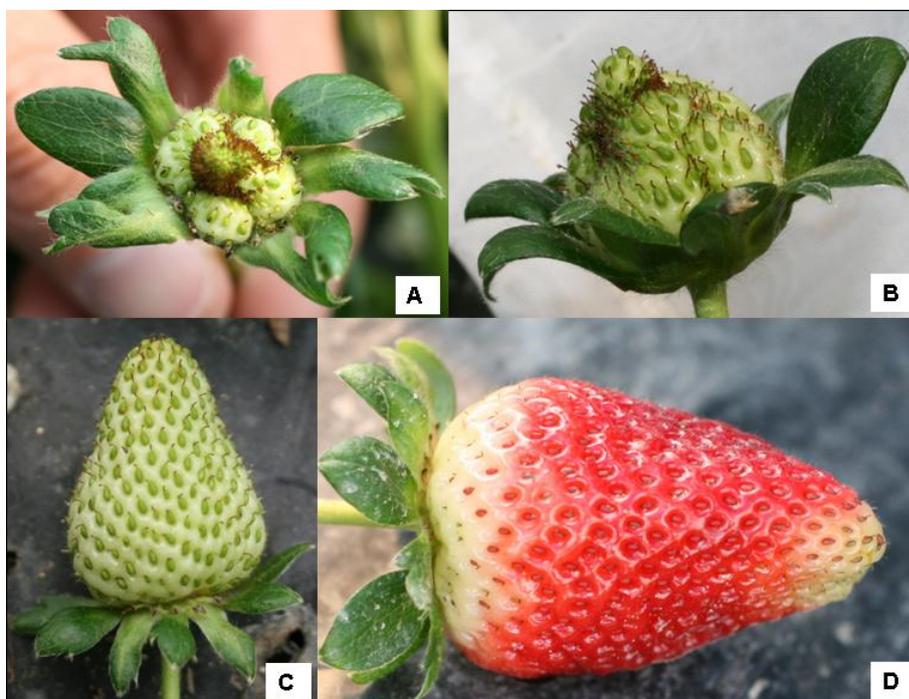


Figura 5: Morangos em desenvolvimento. A: muito deformado (autopolinização espontânea); B: deformado (anemofilia); C e D: bem formados (polinização livre). Rancho Queimado-SC, 2008.

Tabela 4: Peso médio e classificação dos morangos obtidos nos tratamentos: polinização livre orgânico (Plorg), polinização livre convencional (Plcv), autopolinização manual (Apm), polinização cruzada manual (Pcm), anemofilia (Anf) e autopolinização espontânea (Ape). Rancho Queimado-SC, 2008.

Tratamento	Peso médio (g)	Classificação (%)				Venda <i>in natura</i> (%)
		Bem formado	Regular	Deformado	Muito deformado	
Plorg	26,12 ± 6,31a*	35	51	12	0	83,87
Plcv	24,00 ± 3,66a	48	36	16	0	84
Apm	26,95 ± 3,43a	86	14	0	0	100
Pcm	25,48 ± 3,05a	73	27	0	0	100
Anf	15,02 ± 8,82b	0	0	83,33	16,66	0
Ape	4,43 ± 7,49c	0	0	7	93	0

*Os valores do peso médio seguidos por letras iguais não diferem significativamente entre si (K-W: H =71,67 P < 0,001)

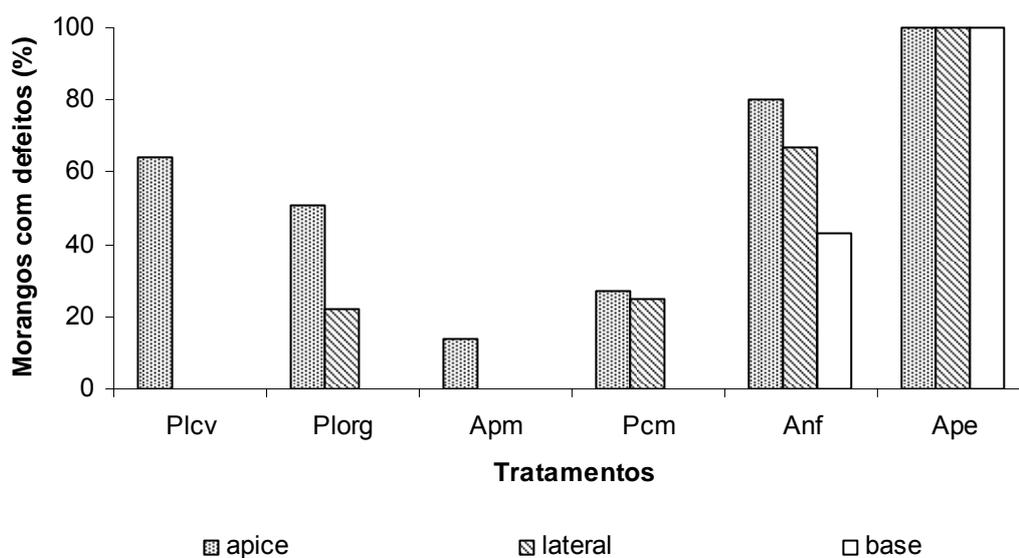


Figura 6: Proporção de morangos de *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’ que apresentaram problemas de polinização nas regiões do ápice, lateral e base, nos tratamentos de polinização livre em área de cultivo convencional (Plcv), polinização livre em área de cultivo orgânico (Plorg), autopolinização manual (Apm), polinização cruzada manual (Pcm), anemofilia (Anf) e autopolinização espontânea (Ape). Rancho Queimado-SC, 2008.

A taxa de fecundação apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (K-W: $H = 93,19$ $P < 0,001$). O maior valor foi observado no tratamento de autopolinização manual com $81,95 \pm 8,15\%$ dos seus aquênios fecundados, entretanto não foi significativamente diferente da polinização cruzada manual com $81,59 \pm 6,85\%$ e nem da polinização livre na área convencional e orgânica com $73,71 \pm 12,27\%$ e $76,38 \pm 9,62\%$ de fecundação, respectivamente. Por outro lado, os tratamentos de anemofilia e autopolinização espontânea apresentaram valores menores e diferiram entre si e entre os outros tratamentos (tabela 5).

As medidas de maior comprimento dos morangos, também relacionadas na tabela 5, apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (K-W: $H = 81,51$ $P < 0,001$), sendo que o menor valor foi observado no tratamento de autopolinização espontânea com comprimento médio de $1,45 \pm 0,89$ cm que não diferiu estatisticamente do tratamento de anemofilia com $2,45 \pm 0,74$ cm. Os tratamentos de polinização livre, autopolinização manual e polinização cruzada manual não apresentaram diferenças significativas entre si, mas diferiram dos demais tratamentos. Quanto às medidas de maior diâmetro apenas o tratamento de autopolinização espontânea diferiu significativamente dos demais, apresentando o menor valor (K-W: $H = 53,25$ $P < 0,001$).

Tabela 5: Taxa de fecundação, maior comprimento e maior diâmetro dos morangos de *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’ obtidos nos tratamentos de polinização livre área orgânica (Plorg), polinização livre área convencional (Plev), autopolinização manual (Apm), polinização cruzada manual (Pcm), anemofilia (Anf) e autopolinização espontânea (Ape). Rancho Queimado-SC, 2008.

Tratamento	Taxa fecundação	Maior comprimento (cm)	Maior diâmetro (cm)
Plorg	76,38 ± 9,62a	4,02 ± 0,63a	3,60 ± 0,42a*
Plev	73,71 ± 12,27a	4,16 ± 0,49a	3,37 ± 0,28a
Apm	81,95 ± 8,15a	4,23 ± 0,69a	3,54 ± 0,37a
Pcm	81,59 ± 6,85a	4,1 ± 0,45a	3,1 ± 0,32a
Anf	36,43 ± 13,52b	2,45 ± 0,74b	3,03 ± 0,97a
Ape	13,15 ± 11,31c	1,45 ± 0,89b	1,49 ± 0,87b

*Valores seguidos por letras iguais não diferem significativamente entre si. (K-W: P < 0,001)

A correlação entre a taxa de polinização e as variáveis peso, maior diâmetro e maior comprimento estão relacionadas na tabela 6. Para as medidas de peso e maior comprimento o coeficiente (r_s) foi superior, indicando a existência de uma forte correlação entre essas variáveis e a taxa de fecundação, enquanto que com a variável maior diâmetro a correlação pode ser considerada média.

Tabela 6: Resultados do teste de correlação de Spearman entre a taxa de fecundação e o peso, maior diâmetro e maior comprimento dos morangos, *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’, em áreas de cultivo orgânico e convencional em Rancho Queimado, SC. CCA/UFSC, Florianópolis, 2008.

Variável	Peso	Maior diâmetro	Maior comprimento
Taxa fecundação	0,80	0,57	0,86

A contribuição percentual dos agentes naturais de polinização sobre o peso resultante dos morangos foi a seguinte: autopolinização espontânea com 18,42%, vento com 44,17% e visitantes florais (polinização livre) com 37,42%. Dessa forma observa-se que tanto a polinização realizada pelo vento e pela autopolinização espontânea quanto àquela realizada pelos visitantes florais contribuiu para o bom desenvolvimento do receptáculo floral. No entanto há de se considerar que na ausência de polinização biótica os morangos não atingem o formato adequado para sua comercialização *in natura*.

4 DISCUSSÃO

A longevidade floral de *F. x ananassa* cv ‘Aromas’, que é de cerca de seis dias, propicia maior tempo para que ocorra a polinização de seus numerosos estigmas e o desenvolvimento uniforme do receptáculo floral. Longevidade floral semelhante a desse cultivar já havia sido observado em outras cultivares, como ‘Sweet Charlie’ e ‘Oso grande’ estudadas por Malagodi-Braga (2002). A liberação total do pólen, a partir do terceiro dia, e o aumento gradual na receptividade dos estigmas da base para o ápice do receptáculo floral impede que a polinização de todos os estigmas ocorra de uma só vez. Observa-se, dessa forma, um evento de protandria parcial, pois a liberação do pólen ocorre antes que todos os estigmas encontrem-se receptivos. Essa separação temporal das fases masculina e feminina nas flores hermafroditas pode diminuir a autopolinização e favorecer a polinização cruzada (JAIN, 1976; RICHARDS, 1986). O comprimento dos filetes das anteras, que não ultrapassam a altura do receptáculo floral, e ainda exibem um contínuo afastamento dos estigmas, é outro aspecto importante que pode limitar as taxas de autopolinização e aumentar a dependência desse cultivar pela polinização anemófila e/ou biótica.

Quando observados os dados de viabilidade polínica se constatou que a viabilidade do pólen foi inversa à receptividade dos estigmas, ou seja, enquanto mais estigmas tornavam-se receptivos observava-se, concomitantemente, queda na viabilidade polínica, queda que pode ser influenciada por fatores genéticos e também pela temperatura, como observado por Ledesma & Sugiyama (2005) que estudaram a germinação *in vivo* do pólen de duas cultivares e também por Koyuncu (2006) que encontraram diferenças nas taxas de germinação *in vitro* dos grãos de pólen de seis cultivares em diferentes temperaturas.

As avaliações de néctar potencial demonstraram que *F. x ananassa* cv ‘Aromas’ apresenta maiores taxas de produção nos mesmos dias de liberação total do pólen e alto número de estigmas receptivos, porém, a quantidade produzida, a concentração de açúcares e a inconstância na produção não devem ser tão atrativas para as abelhas, que são consideradas por vários autores como os principais polinizadores (JAICOX, 1970; FREE, 1993; MCGREGOR, 1976; CHAGNON *et al.*, 1989). Abrol (1992) estudou a produção e concentração de néctar em treze cultivares de morangueiros e sugeriu que a atratividade de abelhas como *Apis cerana indica* e *Apis mellifera* estavam relacionadas com a maior disponibilidade de néctar e maior concentração de açúcares, e é importante notar que todas as cultivares analisadas pelo autor apresentaram valores médios superiores àqueles observados

em *F x ananassa* cv ‘Aromas’. Jaicox (1970) também sugere que o néctar produzido pelos morangueiros deve ter apenas um papel secundário na atração de polinizadores, sendo o pólen o principal recurso coletado. Esse fator também pode ser importante para a cultivar ‘Aromas’, visto que a despeito da pequena produção de néctar, observa-se um grande número de anteras e disponibilidade significativa de pólen a partir do segundo dia de abertura floral.

A alta porcentagem de morangos muito deformados obtidos no teste de autopolinização espontânea confirma as expectativas advindas da morfologia floral de *F x ananassa* cv ‘Aromas’. Nenhum morango proveniente desse tratamento pôde ser direcionado à venda *in natura*, o que gerará prejuízos ao produtor. Resultados semelhantes foram obtidos por Malagodi-Braga (2002) para as taxas de autopolinização espontânea das flores primárias dos cultivares ‘Sweet Charlie’ e ‘Oso grande’, que segundo a autora apresentam anteras com uma altura inferior à do receptáculo floral, característica essa que a cultivar ‘Aromas’ compartilha. Connor & Martin (1973) mostraram que o relacionamento entre altura alcançada pelos estames e a altura do receptáculo floral, que caracterizam as flores de determinado cultivar, influencia fortemente as taxas de autopolinização espontânea e Zebrowska (1998), ao estudar cinco cultivares, encontrou correlação positiva entre a capacidade de autopolinização espontânea e o comprimento e a largura das anteras.

Os morangos obtidos no tratamento de anemofilia confirmam a importância do vento na polinização. Embora não tenham sido classificados para a venda *in natura*, esses morangos apresentaram menor grau de deformação que aqueles provenientes da autopolinização espontânea. Segundo Jaicox (1970), o papel do vento se resume a eventos de autopolinização e não ao transporte de pólen entre as flores. A autopolinização auxiliada pelo vento também seria favorecida pela proximidade existente entre as anteras com filetes curtos e os estigmas da base do receptáculo floral, resultando em morangos com diâmetro semelhante aos obtidos nos tratamentos de polinização manual e polinização livre, porém com grandes defeitos de polinização na lateral e ápice. No entanto, a contribuição desse agente polinizador pode ser superior ao obtido nesse experimento, pois não se sabe ao certo a resistência exercida pelo tecido de náilon à passagem do ar.

O peso e a taxa de fecundação dos morangos, obtidos nos tratamentos de polinização livre nas áreas de produção convencional e orgânica demonstram tanto um potencial para aumento na produção quanto uma deficiência na polinização. Essa inferência é suportada pela comparação com os morangos obtidos nos tratamentos de polinização manual, que embora não difiram estatisticamente dos valores obtidos na polinização livre, mostraram-se superiores. Enquanto todos os morangos obtidos pelas técnicas de polinização manual apresentaram

características ótimas para a venda *in natura*, aqueles provenientes da polinização natural apresentaram pequenos índices de deformação, mas que não inviabilizaram a comercialização de mais de 80% da produção em ambas as propriedades.

Enquanto o peso e o maior comprimento dos morangos mostraram-se altamente correlacionados com a taxa de fecundação dos óvulos, o maior diâmetro apresentou menor correlação, devido, provavelmente, ao bom diâmetro alcançado nos morangos provenientes do tratamento de anemofilia, a despeito da menor taxa de fecundação observada nesse tratamento. Quando se avalia as taxas de fecundação deve-se considerar que existem variações na fertilidade dos pistilos em diferentes cultivares (HANCOCK *et al.*, 2002), ou seja, mesmo que a polinização tenha sido adequada é provável que não se consiga a fertilização de todos os estigmas, sendo possível apenas se aproximar de uma polinização ótima para o desenvolvimento adequado do morango.

Quando se observa que os maiores defeitos dos morangos, obtidos nos tratamentos de polinização livre, se encontram no ápice e relacionamos esse resultado com aqueles obtidos nos tratamentos de autopolinização espontânea e anemofilia, sugere-se que houve polinização biótica insuficiente nas duas áreas de produção. Dois fatores devem ser considerados ao se avaliar esses resultados: manejo da cultura e condição do tempo. As condições instáveis do tempo no período de aplicação dos experimentos podem interferir no comportamento de vários insetos visitantes florais, como as abelhas (LAROCA, 1995). Embora apresente características ótimas para produção do morangueiro, o uso de túnel baixo, pode ter interferência sobre a atratividade de insetos polinizadores, principalmente se mantido fechado, como ocorreu durante os experimentos. Muitos insetos, como as abelhas, se orientam visualmente (MICHENER, 2000) e as flores emitem sinais que buscam primariamente avisar os polinizadores da possível presença de recursos ou facilitando a coleta desses recursos (WASER *et al.*, 1996), ou seja, com as flores ocultas sob os túneis diminui-se sua atratividade para os polinizadores. O túnel baixo também pode ser o responsável pela aparente similaridade dos resultados obtidos no tratamento de polinização livre entre as áreas de produção convencional e orgânica, visto que apresentaram taxa de produção e defeitos semelhantes, possivelmente relacionados à deficiência de polinizadores. O túnel baixo, ao ocultar as flores e interferir na atratividade de polinizadores, pode atuar como agente homogeneizador em áreas de produção contrastantes e com graus diferentes de antropomorfização. Desta forma, mesmo que o manejo da propriedade orgânica aumente a biodiversidade na área, o túnel pode interferir e impedir um aumento da produção decorrente da polinização biótica.

A contribuição dos diversos agentes de polinização na produção dos morangueiros evidenciou que *F x ananassa* cv ‘Aromas’ apresenta grande dependência da polinização biótica e que essa dependência está diretamente relacionada às características intrínsecas da biologia floral dessa cultivar.

Embora o manejo com o uso de túneis baixos possa impedir as flores do morangueiro de exercer sua atratividade para polinizadores, a taxa de má formação em morangos advindos de polinização livre é pequena tanto no sistema de produção orgânico quanto no convencional. No entanto, vimos que existe potencial para o aumento da produção e que esse aumento está diretamente relacionado com a polinização, ou seja, estamos tratando de um serviço do ecossistema que vem sendo subutilizado, pois em ambas as propriedades não havia polinização aplicada.

A contribuição desse estudo para o entendimento da biologia da polinização de *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’ cultivados sob túneis baixos é expressiva e abre perspectivas para a sua continuidade. Identificamos a necessidade de polinizadores para a boa produtividade dessa cultura e também, no caso em estudo, que existe potencial para aumento da produção. Seria importante avaliar as taxas de polinização sob diferentes condições de manejo do túnel baixo, mantendo-o aberto de maneira que não interferisse no desenvolvimento das plantas, visto que, segundo os produtores, com a utilização dos túneis houve melhora na qualidade dos morangos.

REFERÊNCIAS

ABROL, D. P. Energetics of nectar production in some strawberry cultivars as a predictor of floral choice by honeybees. **Journal of Biosciences**. Vol. 17, p. 41-44, 1992.

CHAGNON, M. GINGRAS, J. & OLIVEIRA, D. Pollination rate of strawberries. **Journal of Economic Entomology**, v.82, p.1350-1353, 1989.

CONNOR L.J.; MARTIN, E.C. Components of pollination of commercial strawberries in Michigan. **HortScience**, v.8(4), p.304-306, 1973.

DAFNI, A. **Pollination Ecology: a practical approach**. Oxford University Press, 1992.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2.ed. Academic Press, London, 1993.

GALEN, C.; PLOWRIGHT, R. C. Testing the accuracy of using peroxidase activity to indicate stigma receptive. **Canadian Journal of Botany** v. 65, p. 11-107, 1987.

GILL, N. T.; VEAR, K. C. **Botânica agrícola**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1965.

HANCOCK, J.F. Ecological genetics of natural strawberry species. **HortScience**, v.25, p.869-871, 1990.

HANCOCK, J. F.; LUBY, J. J.; DALE, A.; CALLOW, P. W.; SERÇE, S.; EL-SHIEK, A. Utilizing wild *Fragaria virginiana* in strawberry cultivar development: inheritance of photoperiod sensitivity, fruit size, gender, female fertility and disease resistance. **Euphytica**, vol. 126, p.177–184, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rancho Queimado**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 12 out, 2008.

JAIN, S. K. The evolution of inbreeding in plants. **Annual Review of Ecology and Systematic**, Palo Alto, vol. 7, p. 469-495, 1976.

JAYCOX, E.R. Pollination of strawberries. **American Bee Journal**, v.110, p.176-177, 1970.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002.

KEARNS, C. A; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 1993.

KOYUNCU, F. Response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of strawberry cultivars to temperature. **European Journal of Horticultural Science**. Vol. 71, p. 125-128, 2006.

LAROCCA, S. **Ecologia**: princípios e métodos. Petrópolis: Vozes, 1995.

LEDESMA N, SUGIYAMA N. Pollen quality and performance in strawberry plants exposed to high-temperature stress. **Journal of The American Society for Horticultural Science**, vol. 130, p. 341-347, 2005.

MALAGODI-BRAGA, K. S. Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae). **Tese (Doutorado)**, 104 p. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia, São Paulo, 2002.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Agriculture Research Service United States Department of Agriculture, Washington, 1976.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000.

NUNES, J.C.O.; DANTAS, A.C.M.; PEDROTTI, E.L.; ORTH, A.I.; GUERRA, M.P. Germinação de pólen *in vitro* e receptividade do estigma em macieira cvs. Fuji e Goldeen Delicious. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23 (1), p. 35-39, 2001.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; PASSOS, F. A.; SANTOS, R. R. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Bragantia**, v.55(1): p.29-44, 1996.

RICHARDS, A. J. **Plant Breeding Systems**. Unwin & Allen, London, 1986.

SANTA CATARINA. LEI Nº 11.954, de 25 de outubro de 2001. Declara o município de Rancho Queimado a capital catarinense do morango. **Diário Oficial do Estado**, Florianópolis, 29 out, 2001.

SOKAL, R. R; ROHLF, F. J. **Biometry**. 3. ed. San Francisco: W.H.Freeman and Company, 1995.

THOMPSON, P.A. Environmental effects on pollination and receptacle development in strawberry. **Journal of Horticultural Science**, v.46, p.1-12, 1971.

WASER, N.M.; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILHANS, N. M.; OLLERTON, J. Generalization in pollination systems and why it matters. **Ecology**, Washington, v. 77, p. 1043-1060, 1996.

ZEBROWSKA, J. Influence of pollination modes on yield components in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Plant Breeding**, v.17, p.255-260, 1998.

CAPÍTULO 2

Diversidade e abundância de visitantes florais de *Fragaria x ananassa* Duchesne cv ‘Aromas’ em áreas de produção convencional e orgânica, sob túneis baixos, e da vegetação de entorno, com ênfase em abelhas.

1 INTRODUÇÃO

O homem contemporâneo tem alterado profundamente o ambiente em que vive, sendo, portanto, as análises qualitativas e quantitativas de elevada importância na avaliação da alteração da fauna, dos recursos necessários para a sua sobrevivência e da influência da ação humana sobre a mesma (TAURA & LAROCA, 2001; LAROCA & ORTH, 2006). As áreas de cultivo podem ser responsáveis por grandes alterações no ecossistema local, e dependendo da espécie cultivada, ocasionar problemas na produção. Nas últimas décadas a diversidade de plantas e animais tem diminuído em agroecossistemas, devido à intensificação das práticas agrícolas (ROBINSON & SUTHERLAND, 2002), incluindo grandes declínios e mudança na riqueza de espécies de importantes polinizadores (BUCHMANN & NABHAN, 1996). Quanto a importância das áreas de entorno aos cultivos para a manutenção de polinizadores, Klein *et al.* (2003) analisaram a abundância e diversidade de espécies de abelhas em quinze sistemas agroflorestais de produção de café, e observaram que o número de espécies de abelhas sociais diminuiu com a distância da floresta, sendo que Roubik (2006) atribui esse decréscimo à ausência de áreas para atividades como nidificação e forrageamento.

O maior e mais amplamente distribuído grupo de polinizadores são as abelhas silvestres (Hymenoptera, Anthophila), e isso se deve ao fato delas dependerem de flores para obterem os seus recursos tróficos, como néctar e pólen (LAROCA, 1995). Silveira *et al.* (2002), contabilizam cerca de 1576 espécies nominais de abelhas brasileiras e estimam que existam pelo menos 3000 espécies.

No caso de *Fragaria x ananassa*, diversos estudos já constataram que muitos tipos de insetos visitam suas flores, incluindo moscas, besouros, borboletas e várias abelhas. Todavia, apenas as abelhas têm uma real importância na transferência de pólen (McGREGOR, 1976). Estudos sobre o comportamento de abelhas indígenas de pequeno e médio tamanho, e de *Apis mellifera*, sobre as flores de morangueiro mostraram que existe uma correlação positiva entre o número de visitas e a porcentagem de estigmas polinizados e detectaram diferenças entre as flores polinizadas apenas por um ou outro tipo de abelha e isso refletiu na boa formação dos

morangos (CHAGNON *et al.*, 1993). As flores polinizadas apenas por abelhas indígenas resultaram em frutos malformados devido à polinização incompleta na região apical ou ao lado, enquanto que os frutos resultantes da polinização apenas por *Apis* sp. estavam pobremente desenvolvidos próximos à base. As flores visitadas por esse conjunto de abelhas resultaram em frutos completamente formados, enfatizando a importância da diversidade de polinizadores nas taxas de produção dessa cultura.

No estado de Santa Catarina, o município de Rancho Queimado é considerado a capital catarinense do morango (LEI ESTADUAL Nº 11.954), sendo que a maioria dos produtores dessa região cultivam *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’ tanto em sistema de produção convencional quanto no sistema orgânico. Uma característica comum dessa cultura, nos dois sistemas de produção, é a irrigação, a utilização do plástico de cobertura de solo e de túneis baixos, e o emprego de mão de obra familiar. Segundo Antunes *et al.* (2005) o uso dos túneis oferece melhoria de qualidade e disponibilidade do produto em uma condição mais controlada, pois evita excessos de chuva e seca ou mesmo danos provocados por granizo.

O efeito desses túneis baixos na atratividade de insetos polinizadores é pouco conhecido. Trata-se de adaptação de uma metodologia de cultivo já difundida no exterior e muito utilizada para o cultivo de olerícolas, que de certa forma não dependem de polinizadores para a produção, como a alface. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi amostrar os visitantes florais de *F. x ananassa* cv ‘Aromas’, cultivados sob túneis baixos, assim como identificar os principais polinizadores, tanto na área de cultivo convencional quanto no cultivo orgânico, conjuntamente com a amostragem das espécies de abelhas que visitaram as flores da vegetação de entorno das duas áreas de produção, com o objetivo de avaliar e comparar a diversidade entre as áreas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As áreas em que foram realizadas as coletas de visitantes florais, tanto nos morangueiros quanto na vegetação de entorno, são as mesmas onde se realizaram os trabalhos de biologia floral e reprodutiva, já descritas no item 2.1 do capítulo 1. Os visitantes florais do morangueiro também tiveram seu comportamento observado, de maneira naturalística, para identificação de possíveis polinizadores.

Durante os estudos foram amostrados dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar, que foram obtidos mediante o uso de um psicrômetro manual instalado a 1,50 m do

solo, ao abrigo dos raios solares e em ambiente ventilado, conforme Laroça (1995). Esses dados foram coletados em seis momentos do dia, sendo a primeira avaliação realizada as 08:00h e as outras de duas em duas horas até as 18:00h.

2.1 Visitantes florais de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'

Para a coleta dos visitantes florais foi utilizada a metodologia descrita por Sakagami *et al.* (1967) para estudos biocenóticos, já citadas e utilizadas por Orth (1983) e Ortolan & Laroça (1996) no estudo de plantas cultivadas, com modificações da metodologia original. Dessa forma, foi coletado, com auxílio de rede entomológica, todo inseto observado nas flores do morangueiro em todos os canteiros das propriedades. As coletas foram realizadas de outubro de 2007 a setembro de 2008, em intervalos mínimos de quinze e máximo de trinta dias. Em cada dia foram realizadas cinco coletas de 30 minutos, sendo a primeira às 08:00h e as seguintes em intervalos de duas horas até as 16:00h, desconsiderando o horário de verão.

A rede entomológica utilizada apresentava um aro de 16 cm de diâmetro, o puçá confeccionado com tecido de náilon de 50 cm de profundidade e com cabo de madeira de 60cm de comprimento. O pequeno tamanho do diâmetro do aro justifica-se devido aos canteiros apresentarem túneis baixos, de 1,50 m de altura, que não permitem grande movimentação, obrigando o coletor a se abaixar.

Os visitantes florais capturados eram transferidos da rede entomológica para o tubo mortífero, contendo cianeto de potássio, e posteriormente para recipientes específicos com marcação de data e hora da coleta. No laboratório de Entomologia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias, UFSC, foram alfinetados e etiquetados. Para a identificação dos insetos das Ordens Diptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera e alguns Hymenoptera, exceto abelhas, foram utilizadas as chaves de identificação disponíveis em Borror & DeLong (1988), Buzzi (2002) e Gallo *et al.* (2002) e para a família Syrphidae utilizou-se Marinoni *et al.* (2007). As abelhas foram separadas em seus morfotipos, e em alguns casos, foi possível identifica-los até gênero com o auxílio das chaves presentes em Michener (2000), Silveira *et al.* (2002), Eickwort (1969) e Moure & Sakagami (1962). Os Apidae, conforme proposto por Roig-Alsina & Michener (1993), serão referidos como Apidae corbiculados (Apidae) e Apidae não corbiculados (Anthophoridae). A identificação das espécies de abelhas foi realizada pela Professora Doutora Maria Christina de Almeida da Universidade Federal do Paraná. Os espécimes coletados estão depositados na coleção entomológica do Laboratório

de Entomologia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina.

Com os dados do levantamento, foi realizado o cálculo de diversidade dos insetos nos dois sistemas de produção pelo índice de Shannon-Wiener e o índice de Simpson. Para o cálculo dos índices de diversidade também se considerou como espécie aqueles indivíduos coletados e representantes únicos de uma família.

O índice de Shannon-Wiener é adequado para análise de amostras coletadas ao acaso em grandes comunidades (KREBS, 1999) e foi aplicado conforme Laroca (1995). Esse índice mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo coletado, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos, sendo calculado pela seguinte fórmula:

$$H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

onde: $p_i = f_i / N$, sendo f_i = frequência da espécie i e N = número total da amostra

O índice de Simpson é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos coletados ao acaso na comunidade pertencerem a espécies diferentes (LAROCA, 1995). Calculado pela seguinte fórmula:

$$\lambda = 1 - \sum (p_i)^2$$

onde: p_i é igual a probabilidade de ocorrência da espécie ($p_i = f_i / N$, sendo f_i a frequência da espécie e N o número total de indivíduos).

Para avaliar a homogeneidade da distribuição dos indivíduos dentro das espécies em cada área amostrada, foi obtido o índice (E) de Equabilidade, conforme descrito em Laroca (1995). Este pode variar de 0 a 1, sendo que, quanto maior, mais equilíbrio terá a distribuição dos indivíduos dentro das espécies da área amostrada. Este índice é obtido pela fórmula:

$$E = H' / H_{\max}$$

onde: H' = índice de Shannon-Wiener e $H_{\max} = \log S$ (S = número de espécies na amostra).

Para comparar a similaridade de insetos visitantes florais, entre os locais de estudo, foram utilizados o índice de Sorensen e o de Morisita conforme descrito em Laroca (1995). Enquanto o índice de Sorensen considera a ausência ou presença de determinada espécie, sem levar em conta sua abundância, o índice de Morisita integra o índice de diversidade de Simpson, e a abundância de cada uma das espécies presentes na amostra, fornecendo informações quantitativas e qualitativas.

O índice de Sorensen é dado pela seguinte fórmula:

$$CA = 2c \cdot 100 / a + b$$

onde: 'c' é o número de espécies comuns as duas amostras; 'a' é o número de espécies da amostra A e 'b' o número de espécies da amostra B.

O índice de Morisita é dado pela seguinte formula:

$$C\lambda = 2\sum n_1 n_2 / [(\lambda_1 + \lambda_2)N_1 N_2]$$

onde: n_1 e n_2 são respectivamente os números de indivíduos da mesma espécie nas amostras; λ_1 e λ_2 são os valores do índice de diversidade de Simpson das duas amostras, e N_1 e N_2 , são os respectivos números de indivíduos de todas as espécies nas duas amostras.

Para o cálculo dos limites de confiança da abundância relativa das espécies predominantes foi utilizado o método de Kato *et al.* (1952), conforme Laroca (1995):

$$\text{Limite superior} = [(n_1 \cdot f_0) / (n_2 + n_1 \cdot f_0)] \cdot 100$$

$$\{n_1 = 2(K+1); n_2 = 2(N-K+1)\}$$

$$\text{Limite inferior} = [1 - (n_1 \cdot f_0) / (n_2 + n_1 \cdot f_0)] \cdot 100$$

$$\{n_1 = 2(N-K+1); n_2 = 2(K+1)\}$$

onde: N = número total de indivíduos capturados; K = número de indivíduos de cada grupo; f_0 = obtido da tabela para valores críticos de F, nível de significância de 5% nos graus de liberdade n_1 e n_2 . Como espécies predominantes foram consideradas aquelas que apresentaram o limite inferior maior que o valor obtido multiplicando-se a recíproca do número de espécies coletadas por 100.

Para o cálculo dos índices de diversidade, de similaridade e os limites de confiança de Kato foram utilizados programas Basic, elaborados por Laroca (1995).

A determinação de polinizadores potenciais foi realizada por observação direta: a abundância e o comportamento dos insetos quando da chegada e partida das flores, o tempo de visitação, a quantidade de flores visitadas pelas diferentes espécies em uma única seqüência de visitas e a coleta de recursos tróficos (néctar, pólen ou ambos).

2.2 Melissofauna da vegetação de entorno da área de cultivo de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'

As coletas da melissofauna no entorno das áreas de produção se concentrou nas proximidades dos canteiros, perfazendo um raio de cerca de 100m.

Na área de produção convencional, a vegetação florestal próxima à área de cultivo está distribuída por vários fragmentos de diversos tamanhos entrecortados por pastos e outras propriedades. O remanescente florestal mais próximo da área de produção dista cerca de

200m. Nessa propriedade o morangueiro é a principal planta cultivada, embora também se observe um pequeno espaço com cultivo de *Agapanthus* sp. A maior parte da área é ocupada, principalmente, por pastagem, porém sem muitos cuidados, o que permitiu a ocorrência de várias espécies de plantas espontâneas em grande abundância.

Quanto à área de produção orgânica, a vegetação florestal próxima à área de cultivo está distribuída em vários fragmentos de diversos tamanhos entrecortados por pastos e outras propriedades. O remanescente florestal mais próximo da área de produção dista cerca de 100m. Nessa propriedade, também se cultiva milho e cenoura, na forma orgânica, em sistema rotacional com ervilhaca (*Vicia villosa*), sendo essas culturas responsáveis pela ocupação da maior parte da área disponível na propriedade. Dessa forma, observa-se menor abundância de plantas espontâneas no entorno da plantação de morangos, quando comparado a área de produção convencional já mencionada.

A técnica utilizada na coleta de abelhas na vegetação de entorno foi a descrita por Sakagami *et al.* (1967) e Laroca (1972) para estudos biocenóticos. As amostras de abelhas e das plantas com flores (recebendo ou não visitas de abelhas) foram coletadas e preparadas para identificação. As coletas foram realizadas com intervalos mínimos de quinze e máximo de trinta dias durante o período de outubro de 2007 à setembro de 2008. Em cada dia foram realizadas cinco coletas de 30 minutos, sendo a primeira às 08:45h e as seguintes em intervalos de duas horas até às 16:45, desconsiderando o horário de verão.

A rede entomológica utilizada para a coleta das abelhas na área de entorno apresentava aro de 38 cm de diâmetro, o puçá de tecido de náilon com 80 cm de profundidade e com cabo de madeira de 1,0 m de comprimento.

Após coletadas, a montagem e identificação das abelhas seguiram o mesmo procedimento adotado e já descrito no item anterior (2.1) para os insetos coletados nas flores dos morangueiros. As plantas coletadas, recebendo ou não visitas de abelhas, foram identificadas pelo Prof. Dr Daniel Falkenberg, do Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Os dados obtidos sobre as abelhas visitantes das flores na vegetação de entorno foram comparados com aqueles obtidos nas áreas de cultivo, ou seja, foi possível identificar se espécies visitantes das plantas do entorno também estavam visitando os morangueiros. Também foram realizadas comparações entre os dois locais de estudo. Os métodos de comparação foram: diversidade de abelhas, homogeneidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies e a similaridade de abelhas visitantes, usando os mesmos métodos já descritos no item 2.1, desse capítulo. Para estimar o número total de espécies e complementar

a abordagem sobre a diversidade, utilizou-se as frequências dos indivíduos (agrupados por oitavas) das várias espécies coletadas, e os dados ajustados à log normal truncada (PRESTON, 1948), com auxílio de programa Basic, elaborado por Laroça (1995).

3 RESULTADOS

As temperaturas médias e a umidade relativa do ar nos dias de coleta na área dos trabalhos estão relacionadas na figura 7. Durante as coletas respeitou-se a rotina normal de trabalho do agricultor na tentativa de refletir nas coletas os efeitos do manejo da cultura. Os canteiros permaneceram com os plásticos dos túneis abaixados, sendo levantados principalmente nos momentos da colheita, ou na aplicação de pesticidas, principalmente acaricidas, no caso da produção convencional.

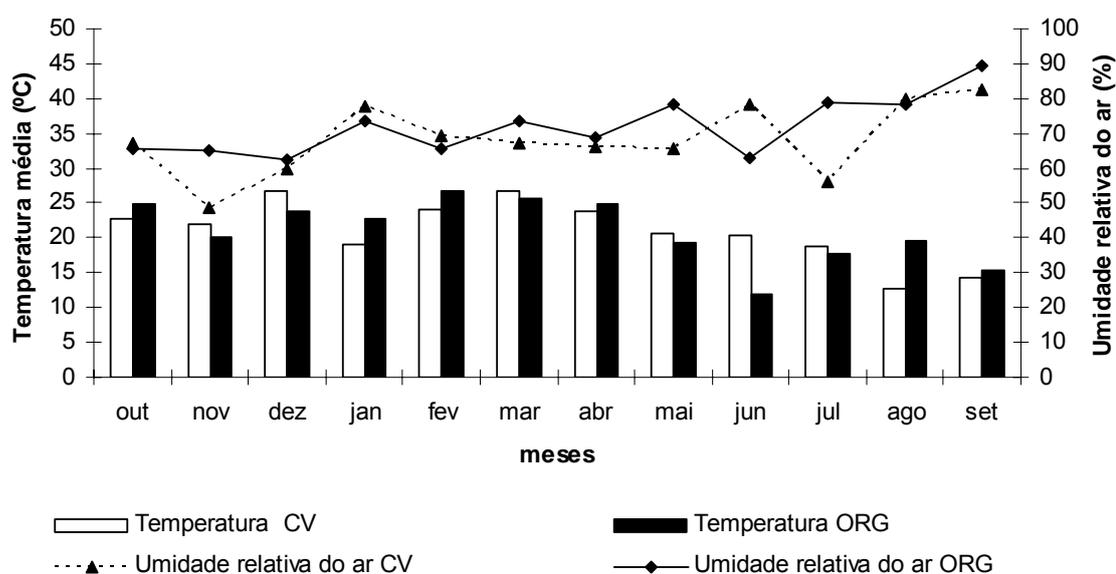


Figura 7: Temperatura média e umidade relativa do ar média dos dias, agrupados nos meses, em que foram realizadas coletas de visitantes florais no morangueiro e na vegetação de entorno nas duas propriedades. CV= área de produção convencional, ORG= área de produção orgânica. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

3.1 Visitantes florais de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'

Os visitantes florais coletados sobre as flores do morangueiro estão relacionados na tabela 7.

Tabela 7: Espécies de Insecta e número de indivíduos visitantes florais de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas' em áreas de produção convencional e orgânica. N cv: indivíduos na área de produção convencional; N org: indivíduos na área de produção orgânica. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

Ordem / Família	Gênero / espécie	N cv	N org
Hymenoptera			
Andrenidae	<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884		1
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp.1		2
	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)		2
	<i>Augochlorella</i> sp.		1
	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)		3
	<i>Augochloropsis</i> sp.2		1
	<i>Dialictus</i> sp.1	1	12
	<i>Dialictus</i> sp.2	1	1
Apidae	<i>Dialictus</i> sp.3		1
	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	96	89
	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913		2
	<i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)		4
	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)		11
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	2	
	<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepeletier, 1841)		1
	<i>Centris varia</i> (Erichson, 1848)		1
Formicidae	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp.2		1
		1	7
Diptera			
Syrphidae	<i>Allograpta</i> sp.	7	9
	Syrphinae sp.1	102	86
	Syrphinae sp.3	3	8
	Syrphinae sp.4	34	7
	Syrphinae sp.5	5	5
	Syrphinae sp.6	4	6
	Syrphinae sp.7	4	10
	Syrphinae sp.8		6
Outros		6	1
Lepidoptera			
Hesperiidae			6
Coleoptera			
Melyridae	<i>Astylus variegatus</i> (Germar, 1824)	10	3
Curculionidae			1
Cantaridae			1
Elateridae			1
Chrysomelidae			1
Hemiptera			
Lygaeidae			6
Miridae			1
Pentatomidae			1
Insetos não identificados			4
Total		276	303

A amostra total na área de produção convencional consistiu-se de 276 indivíduos, pertencentes a três ordens de Insecta: Hymenoptera, Diptera e Coleoptera (figura 8).

Diptera apresentou maior número de indivíduos, com 59,78% dos insetos coletados, devido principalmente a presença de Syrphinae com 6 morfo-espécies e 99,3% dos dípteros coletados. Dentro dessa subfamília, somente *Allograpta* sp. foi identificado ao nível de gênero, sendo o restante separado em morfotipos (denominados Syrphinae sp.). Syrphinae sp.1 e Syrphinae sp.4 apresentaram o maior número de indivíduos, com frequência de 36,95% e 12,31%, respectivamente. Hymenoptera representou 36,59% dos insetos coletados, pertencentes à Apidae, Halictidae e Formicidae, no entanto as duas últimas representaram apenas 1% dos insetos coletados. Apidae foi representada por *Trigona spinipes*, com dois indivíduos, e por *Apis mellifera* com 34,78% de todos os insetos coletados nessa área. Coleoptera representou 3,62% dos insetos coletados e contou somente com *Astylus variegatus*.

Quanto à amostra total na área de produção orgânica, foram coletados 303 indivíduos distribuídos em cinco ordens de Insecta: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera (figura 8).

Diptera representou 45,21% dos insetos coletados, todos pertencentes à Syrphidae-Syrphinae. Os insetos foram separados por morfo-espécies e identificados como Syrphinae sp., sendo iguais as morfo-espécies entre as duas áreas de produção. Foram coletadas oito espécies, sendo que Syrphinae sp.1 foi a melhor representada com 28,38% dos indivíduos coletados. Hymenoptera representou 46,20% dos insetos coletados, incluídos em Andrenidae, Halictidae, Apidae e Formicidae, sendo a última representada por sete indivíduos. Andrenidae apresentou somente um indivíduo de *Psaenythia bergii*. Halictidae apresentou oito espécies, nos gêneros *Dialictus*, *Augochloropsis*, *Augochlorella* e *Augochlora*, perfazendo 7,59% dos insetos coletados, sendo *Dialictus* sp. 1 a espécie com mais indivíduos. Apidae contou com 35,97% dos insetos coletados e apresentou seis espécies, sendo mais frequentes, *Plebeia remota* com 3,63% e *Apis mellifera*, com 29,37% dos indivíduos coletados nessa área. Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera, juntas, representaram 7% dos insetos coletados.

Hymenoptera e Diptera foram representadas pelo maior número de visitantes florais, nos dois sistemas de cultivo. Quando observado o número de espécies presentes em cada uma dessas ordens, constata-se que a área de produção orgânica apresentou o maior número de espécies (figura 9).

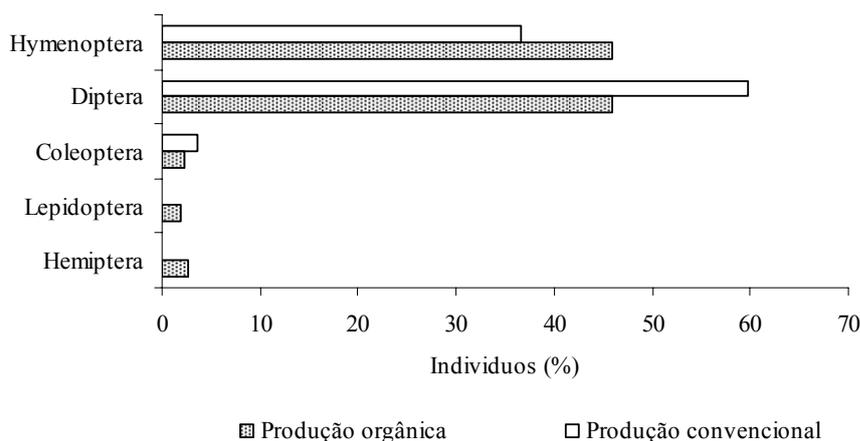


Figura 8: Ordens de Insecta representadas e percentuais dos indivíduos coletados em sistemas de produção convencional e orgânico de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

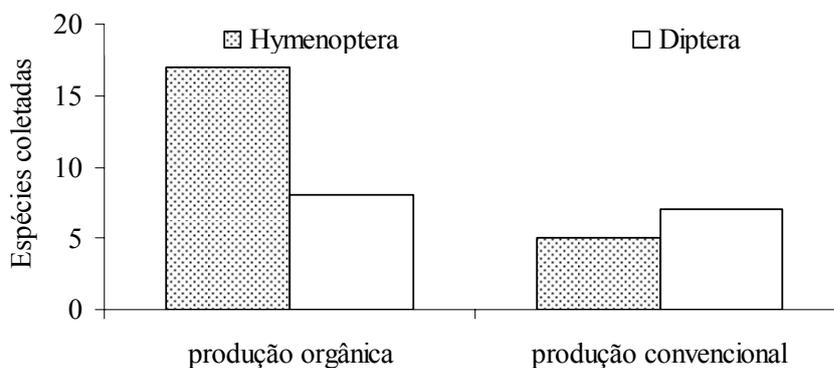


Figura 9: Número de espécies de insetos coletados das ordens Hymenoptera e Diptera, em áreas de produção convencional e orgânica de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

O índice de Shannon-Wiener calculado para a área de produção orgânica foi de $H' = 3,41$ e $E = 0,67$, sendo superior aos valores encontrados para a área de produção convencional $H' = 2,25$ e $E = 0,61$. No entanto, o índice de Simpson demonstra que a probabilidade de se coletar, ao acaso, dois organismos de espécies diferentes na área de produção convencional é maior que na área de produção orgânica, cujos índices calculados foram 0,28 e 0,18, respectivamente. Esses resultados refletem a alta dominância de algumas espécies nas áreas de estudo. De acordo com a metodologia de Kato *et al.* (1952), na área convencional três espécies foram consideradas predominantes: Syrphinae sp.1 (36,95%), *A. mellifera* (34,78%) e Syrphinae sp.4 (12,31%), perfazendo, juntas, 84,04% dos indivíduos coletados. Na área de produção orgânica a predominância foi de duas espécies: *A. mellifera* (29,57%) e Syrphinae sp1 (28,57%) totalizando 58,14% dos indivíduos coletados.

O coeficiente de similaridade de Sorensen, considerando o indivíduo único de uma família como uma espécie, entre as duas áreas é de 52,17, indicando similaridade moderada. No entanto ao se integrar a abundância de cada uma das espécies presentes na amostra pelo índice de similaridade de Morisita, observamos um valor elevado, de 95,13, sugerindo uma grande homogeneidade entre as áreas.

Embora não atendam aos requisitos de um bom polinizador, devido sua pequena movimentação tanto sobre como entre as flores e devido a ausência de pelos plumosos e ramificados, a diversidade de espécies de Syrphinae e a alta frequência de Syrphinae sp.1 e Syrphinae sp.4 deve contribuir, de forma secundária, para a polinização de um maior número de estigmas. Enquanto *Apis mellifera* se movimentava rapidamente entre os estigmas e as anteras e visitava cerca de 6 flores por minuto, as espécies de Syrphinae permaneciam paradas ora sobre as anteras, ora sobre os estigmas por tempos muito variáveis, desde 10 segundos a até mais de 2 minutos. A movimentação de *Apis mellifera* sobre a flor (figura 10) deve favorecer tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada.

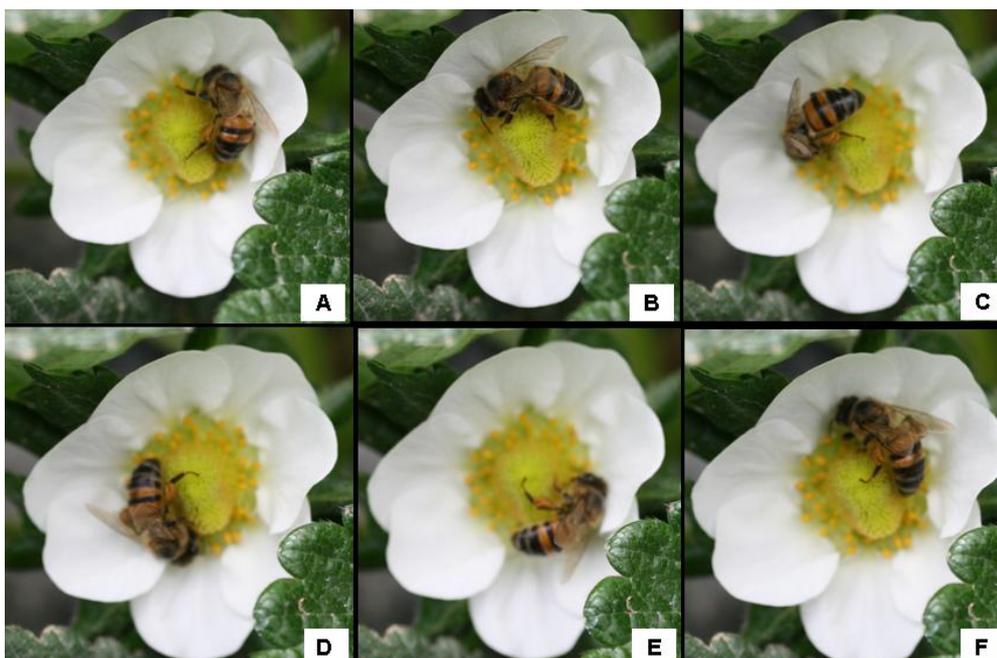


Figura 10: A-F: movimento seqüencial da visita de *Apis mellifera* às flores de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

Quanto à carga de pólen, todos os indivíduos de *A. mellifera* coletados apresentaram pólen na corbícula e nos pelos do corpo. Dos indivíduos de Syrphinae coletados, 90% se apresentaram com algum pólen aderido às cerdas do seu corpo, entretanto em quantidade muito inferior ao observado nos pelos de *A. mellifera*. É provável que a frequência de

ocorrência, a movimentação intensa na flor, e a maior quantidade de pólen livre façam de *A. mellifera* o mais importante agente polinizador do morangueiro nas duas áreas amostradas.

A presença de *A. mellifera* foi constatada em quase todos os dias de coleta (figura 11). Na área de produção convencional, essa espécie só não foi coletada no mês de outubro, enquanto que na área de produção orgânica esteve ausente nos meses de outubro, março e junho. O ritmo diário de atividade está representado na figura 12, onde se observa que a maior porcentagem dessas abelhas foi coletada entre as 10:00 e 14:00h.

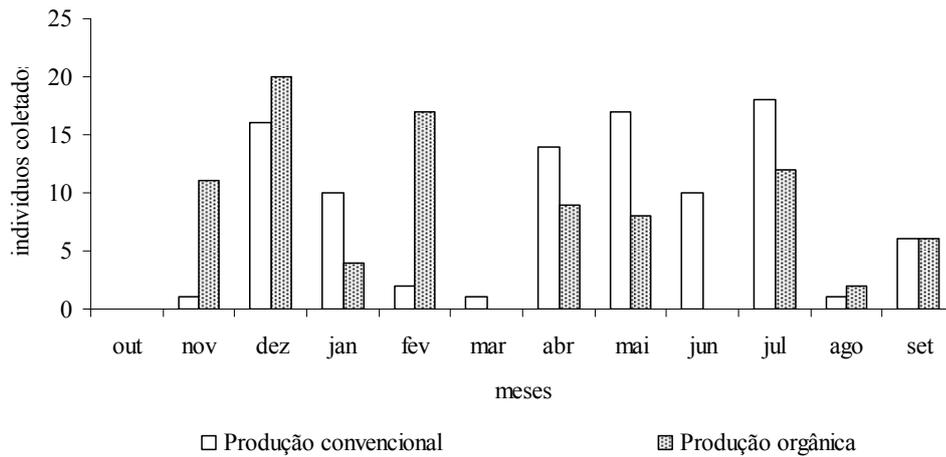


Figura 11: Ocorrência de indivíduos de *Apis mellifera* sobre as flores do morangueiro, *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

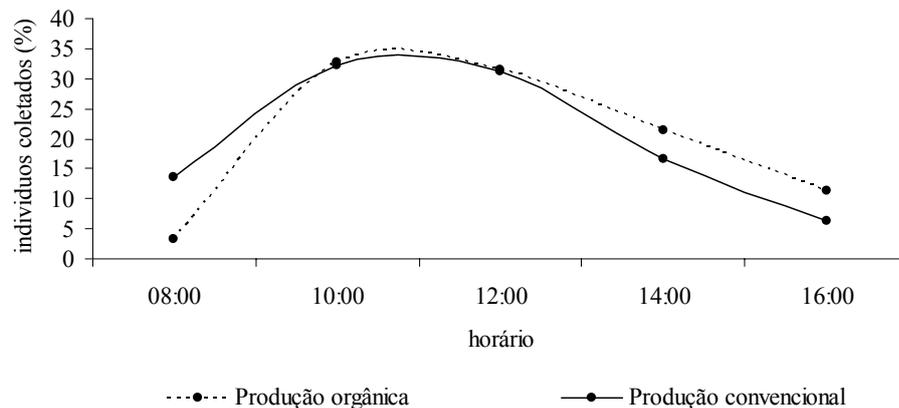


Figura 12: Ritmo diário de atividade de *Apis mellifera*, baseado na porcentagem de indivíduos coletados em *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

Dialictus sp.1 e *Plebeia remota*, com freqüências de 4,0% e 3,65%, respectivamente, na área de produção orgânica, também favorecem os serviços de polinização natural. Essas espécies são menores que *A. mellifera* e por vezes foram encontradas entre as anteras e os estigmas, se movimentando em torno da base do receptáculo floral. Esse comportamento

deve favorecer a polinização dos estigmas da base do receptáculo, visto que todas as abelhas coletadas apresentaram pólen no aparelho transportador e nos pelos do corpo.

3.2 Melissofauna da vegetação de entorno da área de cultivo de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'

Foram coletados 648 exemplares de abelhas na vegetação de entorno da área de produção convencional e 915 no entorno da área de produção orgânica. A área de produção convencional apresentou 38 espécies distribuídas entre as famílias Andrenidae, Halictidae, Megachilidae e Apidae. Na área de produção orgânica foram amostradas 36 espécies, distribuídas nas mesmas famílias da área convencional e apresentando uma espécie da família Colletidae. As famílias e espécies dessas abelhas estão relacionadas na tabela 8.

Nas apresentações dos resultados de Apidae é mantida a sua distinção em Apidae corbiculados (antigos Apidae) e Apidae não corbiculados (antigos Anthophoridae), com finalidade comparativa.

Na área de produção convencional a família de abelhas que apresentou o maior número de espécies foi Apidae (50%), sendo 25% de Apidae não corbiculados e 25% de Apidae corbiculados. Na seqüência temos Halictidae (36,11%), Megachilidae (8,33%) e Andrenidae (5,56%). Quanto ao número de indivíduos, Apidae foi representada por 85,89% dos indivíduos coletados nessa área (83,41% corbiculados e 2,48% não corbiculados), seguido por Halictidae (11,78%), Andrenidae (1,24%) e Megachilidae (1,09%).

Quanto à área de produção orgânica, a família de abelhas com maior representatividade de espécies é Apidae (57,14%), sendo 28,57% Apidae não corbiculados e 28,57% Apidae corbiculados. Em seguida temos Halictidae (31,43%), Megachilidae (5,71%), Andrenidae (2,86%) e Colletidae (2,86%). Em número de indivíduos coletados Apidae somou 95,73% (5,91% não corbiculados e 89,81% corbiculados) seguida por Halictidae (3,61%), Megachilidae (0,33%), Colletidae (0,22%) e Andrenidae (0,11%). Os dados de número de espécies e indivíduos por família estão relacionados na tabela 9.

A maior diversidade de Halictidae, nos dois sistemas de cultivo, deve-se aos gêneros *Augochlora*, *Augochloropsis* e *Dialictus*, no entanto, a maioria de suas espécies apresentou poucos indivíduos. Apidae foi a mais abundante em número de indivíduos nas duas amostras, sendo *A. mellifera* e *T. spinipes* as espécies mais freqüentes. *Paratrigona lineata* também apresentou freqüência considerável, porém não foi amostrada na área de produção convencional.

Tabela 8: Espécies de abelhas (Hymenoptera, Anthophila) capturadas sobre as flores da vegetação de entorno nas duas áreas de produção de *Fragaria x ananassa* cv ‘Aromas’. N-cv: número de indivíduos na área de produção convencional; N-org: número de indivíduos na área de produção orgânica. Rancho Queimado, 2007/2008.

Família	Espécie	N - cv	N - org
Andrenidae	<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)	7	1
	Panurginae sp.	1	
Colletidae	<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1900		2
Halictidae	<i>Agapostemon chapadensis</i> Cockerell, 1900	7	
	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	8	7
	<i>Augochlora (Oxystoglossela) semiramis</i> (Schrottky, 1910)	15	3
	<i>Augochlora morrae</i> Strand, 1910		1
	<i>Augochlora</i> sp.	5	
	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	1	
	<i>Augochlorella</i> sp.		1
	<i>Augochloropsis brachycephala</i> Moure, 1943		1
	<i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)	9	1
	<i>Augochloropsis rufisetis</i> (Vachal, 1903)	1	
	<i>Augochloropsis</i> sp.1		1
	<i>Augochloropsis</i> sp.2	2	
	<i>Dialictus (Chloralictus) nanus</i> (Smith, 1879)	1	
	<i>Dialictus rhytidophorus</i> (Moure, 1956)	1	
	<i>Dialictus ypiranguensis</i> (Schrottky, 1910)	8	2
	<i>Dialictus</i> sp.1	17	13
	<i>Dialictus</i> sp.2		2
	<i>Pereirapis</i> sp.		1
	<i>Pseudagapostemon arenarius</i> (Schrottky, 1902)	1	
<i>Pseudagapostemon pruinosus</i> Moure & Sakagami, 1984	2	1	
<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	1	1	
Megachilidae	<i>Pseudocentron (Moureapis) anthidioides</i> Radoszkowski, 1874	1	
	<i>Pseudocentron apicipennis</i> Schrottky, 1902	5	2
	<i>Pseudocentron (Moureapis) cf. nigropilosa</i> Schrottky, 1902	1	
	<i>Cressoniella (Austromegachile) corona</i> Mitchell, 1930		1
Apidae (corbiculados)	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	27	30
	<i>Bombus (Fervidobombus) bellicosus</i> Smith, 1879		9
	<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	2	30
	<i>Melipona (Eomelipona) marginata</i> Lepeletier, 1836	2	4
	<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	1	
	<i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)		156

Tabela 8: Continuação

Família	Espécie	N - cv	N - org
	<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	21	2
	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	8	47
	<i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepelletier, 1836)	20	
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	185	307
	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	272	235
Apidae (não corbiculados)	<i>Centris (Melacentris) atra</i> Friese, 1900	1	
	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	1	
	<i>Centris varia</i> (Erichson, 1848)	3	
	<i>Ceratina (Ceratinula) sp.1</i>		2
	<i>Ceratina (Ceratinula) sp.2</i>	1	
	<i>Ceratina (Rhysoceratina) sp.1</i>		5
	<i>Exomalopsis sp.</i>	6	6
	<i>Gaesischia fulgurans</i> (Holmberg, 1903)	1	
	<i>Lophopedia sp.</i>	1	1
	<i>Melissoptila setigera</i> Urban, 1998		27
	<i>Melissoptila thoracica</i> (Smith, 1854)		1
	<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepelletier, 1841)	1	
	<i>Xylocopa bambusae</i> Schrottky, 1902		1
	<i>Xylocopa brasiliatorum</i> (Linnaeus, 1767)		1
	<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)		1
<i>Xylocopa (Stenoxycopa) artifex</i> Smith, 1874	1	9	
Total		648	915

Tabela 9: Número de espécies (esp) e indivíduos (ind) por família de abelhas (Hymenoptera, Anthophila) em sistemas de produção convencional e orgânico de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. Apidae (c): corbiculados; Apidae (nc): não corbiculados. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

Família	Produção convencional		Produção orgânica	
	esp.	ind.	esp.	ind.
Andrenidae	2	8	1	1
Colletidae			1	2
Halictidae	15	79	13	35
Megachilidae	3	7	2	3
Apidae (c)	9	538	9	820
Apidae (nc)	9	16	10	54
Total	38	645	36	915

O índice de diversidade de Shannon-Wiener calculado para a área de produção orgânica foi de $H' = 2,86$ e $E = 0,55$, sendo pouco superior aos valores encontrados para a área de produção convencional $H' = 2,82$ e $E = 0,53$. No entanto, o índice de Simpson demonstra que a probabilidade de se coletar, ao acaso, dois organismos de espécies diferentes na área de produção convencional é maior que na área de produção orgânica, cujos índices calculados foram 0,26 e 0,21, respectivamente. Esses valores revelam que a comunidade de abelhas está sob influência de poucas espécies com forte dominância no número de indivíduos.

Os valores de probabilidade de ocorrência calculados pelo método de Kato *et al.* (1952) permitem considerar espécies predominantes em ambas propriedades. Na área de produção convencional *A. mellifera* com de 41,98%, *T. spinipes* com 28,55% e *Bombus pauloensis* com 4,17%, foram consideradas predominantes, juntas, perfazem 74,7% dos indivíduos coletados. Na área de produção orgânica, foram quatro as espécies consideradas predominantes: *T. spinipes* com 33,55%, *A. mellifera* com 25,68%, *Paratrigona lineata* com 17,04% e *Plebeia remota* com 5,14% perfazendo, juntas, 81,41% dos indivíduos coletados.

Nos levantamentos verificou-se uma tendência à existência de muitas espécies com poucos indivíduos e poucas espécies com muitos indivíduos. A distribuição do número de indivíduos (I) por espécies (E), segundo o arranjo I/E, nas duas áreas amostradas é relacionado a seguir:

Produção convencional: 1/17, 2/4, 3/1, 5/2, 6/1, 7/2, 8/3, 9/1, 15/1, 17/1, 20/1,
21/1, 27/1, 185/1, 272/1.

Produção orgânica: 1/15, 2/6, 3/1, 4/1, 5/1, 6/1, 7/1, 9/2, 13/1, 27/1, 30/2, 47/1, 156/1,
235/1, 307/1.

Os resultados da distribuição do número de indivíduos por espécie, agrupados segundo as classes de abundância (oitavas), conforme o método de Preston (1948), também indicam que a maioria das espécies encontra-se representada por um pequeno número de indivíduos (figura 13). Como se observa no gráfico da figura, ambas as áreas apresentaram certa tendência de ajustamento à curva normal, sendo essa tendência mais pronunciada na área de entorno da produção orgânica, no entanto, também demonstram que muitas espécies não foram contempladas nas amostras. De acordo com essa análise seria esperado encontrar 54 espécies na área de entorno da produção convencional e 52 na área de entorno da produção orgânica.

O coeficiente de similaridade de Sorensen, a nível específico entre as duas áreas é de 50,7, indicando similaridade moderada, no entanto ao se integrar a abundância de cada uma

das espécies presentes na amostra, pelo índice de similaridade de Morisita, observamos um valor elevado de 86,76 sugerindo alto grau de similaridade entre as áreas.

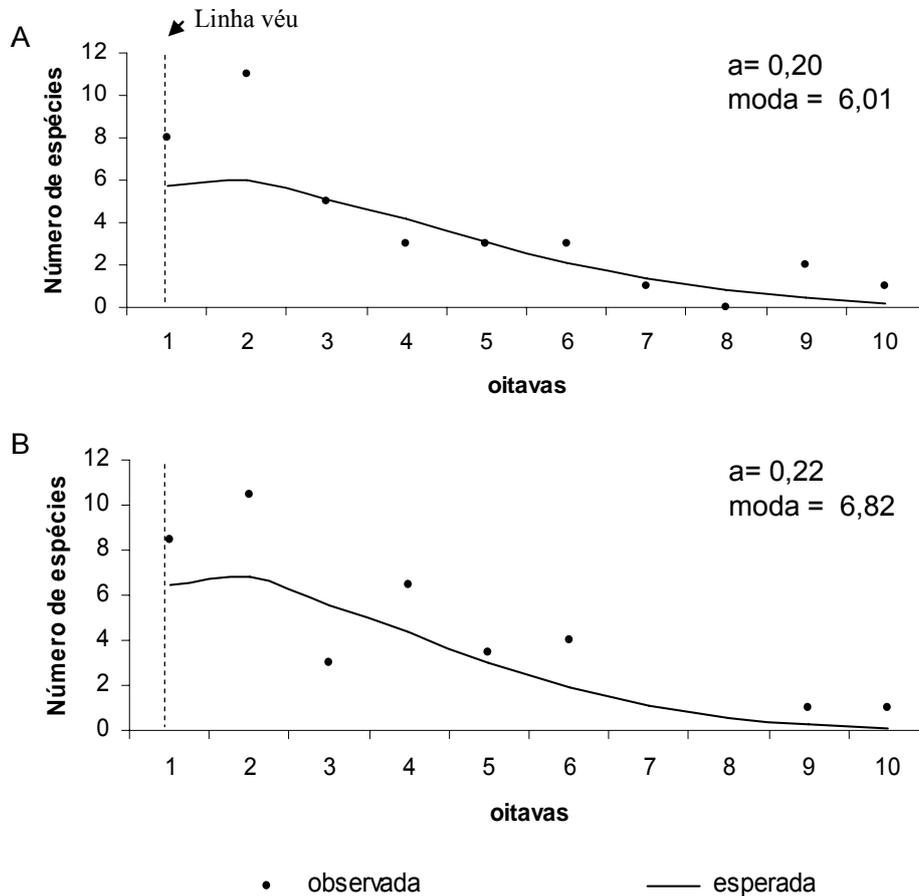


Figura 13: Distribuição de freqüência das espécies de abelhas (Hymenoptera, Anthophila), agrupadas segundo as oitavas de abundância, conforme o método de Preston (1948). A: entorno da área de produção orgânica; B: entorno da área de produção convencional. Rancho Queimado, SC, 2007/2008.

3.3 Plantas visitadas pelas abelhas (Hymenoptera, Anthophila) na vegetação de entorno.

Na área de entorno da produção convencional foram amostradas 20 espécies de plantas, distribuídas em 11 famílias, que receberam visitas de abelhas. Na tabela 10, as plantas estão relacionadas por espécie juntamente com os respectivos números de indivíduos de abelhas visitantes agrupados por família.

Representada por oito espécies, Asteraceae apresentou a maior abundância de abelhas coletadas (45,37%) e também recebeu visitas de abelhas de todas as famílias presentes na área. *Vernonia tweediana* recebeu visitas de nove espécies e 18,06% das abelhas coletadas,

Solidago chilensis com 11 espécies e 11,88% e *Bidens pilosa* com 12 espécies e 8,33% dos indivíduos. As outras famílias de plantas apresentaram, em sua maioria, somente uma espécie. Brassicaceae, representada somente por *Raphanus sativus*, recebeu visitas de 13 espécies e 34,10% das abelhas coletadas, e Amaryllidaceae, com *Agapanthus* sp. recebeu visitas de 11 espécies e 10,65% das abelhas coletadas.

Na área de entorno da produção orgânica foram amostradas 21 espécies de plantas, distribuídas em 12 famílias, que receberam visitas de abelhas. As espécies de plantas estão relacionadas na tabela 11, juntamente com os respectivos números de indivíduos de abelhas coletados, agrupados por família.

A família de plantas que recebeu visitas de maior número de espécies de abelhas na área orgânica foi Asteraceae, mas, diferentemente da área de produção convencional, não foi a mais visitada pelas abelhas, sendo responsável por somente 12,92% dos indivíduos coletados. *Galinsoga cf. parviflora*, foi a espécie com maior abundância de abelhas, com 14 espécies e 9,73% dos indivíduos coletados. As outras famílias foram representadas, em sua maioria, por apenas uma espécie de planta. Fabaceae, representada por *Vicia villosa* apresentou a maior abundância de abelhas (54,97%) pertencentes a 14 espécies, seguida de Brassicaceae, com *Raphanus sativus* que recebeu visita de 12 espécies e 20,77% das abelhas coletadas.

Os valores de probabilidade de ocorrência calculados pelo método de Kato *et al.* (1952) permitiram considerar algumas espécies predominantemente visitadas pelas abelhas em ambas as áreas de amostragem. Na área de entorno da produção convencional *R. sativus* com 34,10% das abelhas coletadas, *V. tweediana* com 18,06%, *S. chilensis* com 11,88%, *Agapanthus* sp. com 10,65% e *B. pilosa* com 8,33% foram consideradas espécies predominantemente visitadas. Nessas espécies foram coletados 83,02% das abelhas nessa área. Na área de entorno da produção orgânica, foram três as espécies de plantas mais visitadas: *V. villosa* com 54,97%, *R. sativus* com 20,77% e *G. cf. parviflora* com 9,73% perfazendo, juntas, 85,47% das abelhas coletadas.

Comparando-se os resultados obtidos em relação às espécies de plantas visitadas, verifica-se a ocorrência de plantas exclusivas e comuns a cada uma das áreas amostradas (figura 14). Das plantas predominantemente visitadas, somente *R. sativus* foi comum às duas áreas. O quociente de similaridade de Sorensen mostra que as áreas apresentam similaridade de 43,90, considerado baixo.

Tabela 10: Número de espécies e indivíduos de abelhas (Hymenoptera, Anthophila), agrupados por família, capturados em flores de espécies de plantas no entorno da área de produção convencional de morango, *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. E: espécies; I: indivíduo; (c): corbiculados; (nc): não corbiculados. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

Família	Gênero/espécie	Famílias de abelhas										Total	
		Andrenidae		Megachilidae		Halictidae		Apidae (c)		Apidae (nc)		E	I
		E	I	E	I	E	I	E	I	E	I		
Amaryllidaceae	<i>Agapanthus</i> sp.					2	2	5	61	4	6	11	69
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L. 1753					1	1	1	2			2	3
	<i>Bidens pilosa</i> L. 1753			2	3	6	18	3	31	1	2	12	54
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth 1820	1	1					1	1			2	2
	<i>Galinsoga cf. parviflora</i> Cav. 1794					5	8	4	7			9	15
	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less. 1831							2	4			2	4
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen 1834			2	2	2	2	6	71	1	2	11	77
	<i>Sonchus</i> sp.					2	2	3	19	1	1	6	22
	<i>Vernonia tweediana</i> Baker 1873			1	1	2	4	4	110	2	2	9	117
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L. 1753	1	1	1	1	6	25	4	193	1	1	12	219
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L. 1753							1	1			1	1
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.							1	1			1	1
	<i>Ocimum selloi</i> Benth. 1832							1	1	1	1	2	2
Malvaceae	<i>Sida cf. carpinifolia</i>					2	2	2	2			4	4
	<i>Sida rhombifolia</i> L. 1753					1	2					1	2
Oleaceae	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance 1882							1	6			1	6
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.					3	3	2	14			5	17
Scrophulariaceae	<i>cf. Verônica</i> sp.					2	3	1	1			3	4
Solanaceae	<i>Cestrum corymbosum</i> Schlttdl. 1832							1	7	1	1	2	8
Verbenaceae	<i>Verbena</i> sp.	1	6			3	7	1	6			4	18
Total													645

Tabela 11: Número de espécies e indivíduos de abelhas (Hymenoptera, Anthophila), agrupados por família, capturados em flores de espécies de plantas no entorno da área de produção orgânica de morango, *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. E: espécies; I: indivíduo; (c): corbiculados; (nc): não corbiculados. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

Família	Gênero/espécie	Famílias de abelhas												Total		
		Andrenidae		Colletidae		Megachilidae		Halictidae		Apidae (c)		Apidae (nc)		E	I	
		E	I	E	I	E	I	E	I	E	I					
Amaryllidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L. 1759									1	1			1	1	
Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC. 1838							1	1					1	1	
	<i>Baccharidastrum triplinervium</i> (Less.) Cabrera 1937									1	5			1	5	
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist 1943							2	2	2	10			4	12	
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth 1820							2	2	2	2	1	1	5	5	
	<i>Galinsoga cf. parviflora</i> Cav. 1794					1	1	6	10	5	76	2	2	13	88	
	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less. 1832									1	1	1	3	2	4	
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen 1834	1	1										1	1	2	2
	<i>Vernonia tweediana</i> Baker 1873										1	1			1	1
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L. 1753							4	9	5	171	3	10	12	190	
Fabaceae	<i>Vicia villosa</i> Roth 1793							1	1	9	494	4	8	14	503	
Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.			1	2					1	1			2	3	
	<i>Heimia salicifolia</i> Link 1822									3	8	1	1	4	9	
Malvaceae	<i>Sida cf. carpinifolia</i>											1	3	1	3	
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn. 1886									1	1			1	1	
Onagraceae	<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz 1943							2	2	2	5	2	5	6	12	
	<i>Ludwigia cf. peruviana</i> (L.) H. Hara 1953					2	2	2	5	5	24	1	20	9	50	
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam. 1779									1	14			1	14	
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.							1	1					1	1	
Scrophulariaceae	<i>cf. Verônica</i> sp.									1	2			1	2	
Verbenaceae	<i>Verbena</i> sp.							2	2	2	4			4	6	
Total														915		

convencional		orgânica
<i>Agapanthus</i> sp.	<i>Elephantopus mollis</i>	<i>Hypoxis decumbens</i>
<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Galinsoga cf. parviflora</i>	<i>Achyrocline alata</i>
<i>Bidens pilosa</i>	<i>Solidago chilensis</i>	<i>Baccharidastrum triplinervium</i>
<i>Senecio brasiliensis</i>	<i>Vernonia tweediana</i>	<i>Conyza bonariensis</i>
<i>Sonchus</i> sp.	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Jaegeria hirta</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Sida cf. carpinifolia</i>	<i>Vicia villosa</i>
<i>Hyptis</i> sp.	<i>Polygonum</i> sp.	<i>Cuphea</i> sp.
<i>Ocimum selloi</i>	<i>cf. Veronica</i> sp.	<i>Heimia salicifolia</i>
<i>Sida rhombifolia</i>	<i>Verbena</i> sp.	<i>Leandra australis</i>
<i>Jasminum mesnyi</i>		<i>Fuchsia regia</i>
<i>Cestrum corymbosum</i>		<i>Ludwigia cf. peruviana</i>
		<i>Lolium multiflorum</i>

Figura 14: Espécies de plantas comuns e exclusivas, visitadas por abelhas (Hymenoptera, Anthophila), nas áreas de entorno de produção convencional e orgânica de *Fragaria x ananassa* cv 'Aromas'. Rancho Queimado-SC, 2007/2008.

4 DISCUSSÃO

As abelhas (Hymenoptera, Anthophila) e as moscas Syrphidae (Diptera) foram os visitantes florais mais abundantes dos morangueiros nas duas áreas de cultivo em Rancho Queimado, SC. No caso das abelhas, destaca-se a abundância de *Apis mellifera*, que não apresentou diferença significativa no número de indivíduos coletados em ambas as propriedades. Essas abelhas são eussociais e vivem em colônias com grande número de indivíduos, e quanto às suas características de forrageamento, são consideradas generalistas devido ao amplo espectro de plantas que visitam para a coleta de recursos. Na área de produção orgânica, a diversidade de abelhas coletadas foi superior ao observado na área de produção convencional, com destaque para a presença de *Plebeia remota* e *Dialictus* sp.1, sendo a primeira uma abelha eussocial que apresenta colônias com muitos indivíduos. Essas duas espécies, que ocorreram com frequência superior às outras abelhas silvestres, podem ter efeito complementar na polinização, e por conseguinte na boa formação dos morangos devido ao seu tamanho e hábito de forrageamento. O efeito complementar de várias espécies de abelhas com tamanhos diferentes, já havia sido salientado por Chagnon *et al.* (1993) que verificaram que as flores visitadas por abelhas de diferentes tamanhos resultaram em frutos completamente formados. As abelhas indígenas sem ferrão são de grande importância na polinização do morangueiro, tanto pelo seu efeito complementar ao

de *A. mellifera*, como na polinização aplicada. Um exemplo desse fato foi a introdução bem sucedida, no Japão, de abelhas como *Nannotrigona testaceicornis* para a polinização de morangueiros em ambientes fechados (MAETA *et al.* 1992) e da confirmação de *Tetragonisca angustula* como polinizador eficiente dessa cultura no Brasil, além de ser manejável em ambientes fechados (MALAGODI-BRAGA *et al.* 2004, MALAGODI & KLEINERT, 2004, ANTUNES *et al.*, 2007).

As espécies de Syrphidae-Syrphinae coletadas, apresentaram grande homogeneidade nos dois sistemas de produção, tanto em número de espécies quanto de indivíduos e foram tão predominantes quanto *A. mellifera*. A maioria dos Syrphinae visitam as flores a procura de néctar e pólen para sua alimentação (MARINONI *et al.* 2007) e quanto ao seu papel como polinizador do morangueiro, deve ser secundário, pois se alimentam do pólen das flores no próprio local, aparentemente sem realizar a coleta e seu transporte. Embora possam involuntariamente carregar pólen em suas cerdas, essa quantidade é pequena quando comparada com aquela presente nas abelhas. O uso de espécies de *Eristalis* Latreille foi sugerida por pesquisadores japoneses como polinizadora de morangueiros, macieiras, pereira e pessegueiros (THOMPSON, 1981), no entanto, não foi possível identificar se espécies desse gênero ocorreram na área de estudo. Steffan-Dewenter & Tschamntke (1999) estudaram a diversidade de insetos em plantações de *Raphanus sativus* e *Sinapis arvensis*, e observaram que as visitas florais de sirfídeos não declinam mesmo sob condições intensivas de cultivo.

Em um trabalho sobre os visitantes florais do morangueiro, realizado no Estado de São Paulo, Malagodi-Braga (2002) também observou a predominância de *Apis mellifera*, no entanto, outras espécies de abelhas, como *Trigona spinipes* também se apresentaram abundantes. Diferente do presente trabalho, Malagodi-Braga (2002) não encontrou tamanha abundância de sirfídeos, sendo as abelhas os visitantes mais freqüentes, principalmente as eussociais. Talvez as espécies de Syrphinae estejam se ajustando melhor que as abelhas à condição de túneis plásticos baixos. Além dessas diferenças, deve-se considerar que a autora realizou seus trabalhos em área de plantação convencional de morangos sem a presença de túneis baixos.

A presença de remanescentes florestais em ambas as propriedades, com distâncias não muito longas da área de produção, pode favorecer a presença de polinizadores, principalmente abelhas, ao fornecer áreas para nidificação, proteção, descanso e alimentação (ROUBIK, 2006). No entanto deve-se considerar que a vegetação da área de estudo deste trabalho se encontra fragmentada e sujeita aos efeitos negativos de borda e da

presença de áreas de habitat pequenas, como enfatizado por Fahrig (2003). Sendo assim, é provável que a grande diferença entre as áreas de cultivo seja o não uso de agrotóxicos sintéticos na área de produção orgânica, e por isso esperava-se maior número de visitantes florais nessa área. No entanto, os índices de similaridade demonstraram grande homogeneidade. Um dos fatores que pode explicar essa homogeneidade de visitantes florais entre sistemas de produção contrastantes é o uso do túnel baixo, que pode ocultar as flores dos visitantes florais, não importando, nesse caso, a diversidade de insetos presentes na área, pois apenas algumas espécies foram capazes de forragear sob os túneis. O túnel baixo pode interferir na atração de insetos polinizadores, principalmente no caso daqueles que se orientam visualmente, como as abelhas. Diversos trabalhos enfatizam a importância do contato visual do polinizador e sua fonte de alimento, como Weiss (1995) e Waser *et al.* (1996), ou seja, com as flores ocultas sob os túneis não há como elas exercerem sua atratividade para os polinizadores.

A abundância de *A. mellifera* deve contribuir para a boa produção dos morangueiros, mesmo com o efeito dos túneis, no entanto, conforme sugerido nos resultados da biologia reprodutiva expostos no capítulo 1, existe potencial para o aumento da produção, pois as taxas de polinização obtidas nos tratamentos de polinização manual foram superiores às aquelas observadas na polinização livre. O comportamento dessa abelha na flor, conforme demonstrado pela figura 10, evidencia seu papel como importante polinizador, fato esse que já fora constatado por vários autores como Jaycox (1970), MacGregor (1976) e Chagnon *et al.* (1989). Além de estar presente em quase todas as coletas realizadas, os indivíduos coletados de *A. mellifera* apresentaram pólen nos pelos de seu corpo e nas corbículas, sugerindo a importância desse recurso como atrativo, em detrimento do baixo volume e concentração do néctar oferecido, conforme constatado no capítulo 1.

O ritmo diário de atividade de *A. mellifera* fornece indicativos para o manejo adequado do túnel baixo para favorecer a polinização, ou seja, manter os túneis abertos ao menos nos momentos de maior atividade das abelhas. No entanto, devem-se considerar os efeitos da incidência solar sobre as plantas e a disposição do produtor. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2005) sugere que os canteiros dos morangueiros sejam orientados na direção leste-oeste, no sentido de proteger as plantas da incidência direta dos raios solares. Essa orientação não foi observada pelos produtores nas áreas de estudo, devido a vários fatores, entre os quais o relevo do terreno. Se os canteiros estivessem orientados na direção sugerida, é provável que a abertura dos túneis não resultasse em intensa insolação das plantas e ainda auxiliaria na polinização. É provável,

também, que a atividade das abelhas seja mais intensa com a abertura do túnel, pois as flores estariam mais visíveis e exerceriam seu papel atrativo.

Quando avaliada a fauna de abelhas presente no entorno da área de produção em ambas as propriedades, e considerando a abundância de indivíduos por espécie, novamente observamos grande similaridade. Na área de produção convencional ocorreram 38 espécies de abelhas enquanto que na orgânica foram 36. Na área de produção orgânica, *T. spinipes* foi mais abundante que *A. mellifera*, no entanto, não foi observada nas flores dos morangueiros. Na área de produção convencional foram amostrados apenas dois indivíduos de *T. spinipes* nas flores dos morangueiros, embora a espécie estivesse presente em grande abundância na vegetação de entorno. No trabalho realizado por Malagodi-Braga (2002), *T. spinipes* foi um visitante freqüente nas flores dos morangueiros, sendo que a autora ainda menciona a capacidade dessa abelha de forragear em ambiente de estufa fechada. Segundo Almeida & Laroca (1988), essa espécie apresenta algumas características que favorecem sua abundância em vários habitats, como a agressividade de suas campeiras, ninhos construídos em diferentes locais de difícil acesso, hábito generalista de coleta e colônias populosas. Na área de produção orgânica, *Paratrigona lineata* também foi visitante freqüente na vegetação de entorno, porém, também não foi amostrada nas flores do morangueiro.

A alta dominância de algumas espécies de abelhas nas duas áreas se refletiu nos índices de diversidade. O índice de Shannon-Wiener, que foi quase idêntico nas duas áreas, deve ter sido influenciado pela baixa equabilidade nas duas amostras, decorrente da presença de poucas espécies representando a grande maioria dos indivíduos coletados. De acordo com Schwartz Filho & Laroca (1999), o índice de Shannon-Wiener supervaloriza a importância da equabilidade no cálculo da diversidade tornando-o inadequado para a avaliação da diversidade de abelhas, que geralmente apresentam algumas espécies com alta densidade populacional. Por outro lado, o índice de Simpson fornece maior peso para as espécies mais abundantes e menor peso para as menos abundantes, embora o número de espécies com menos indivíduos seja maior (LAROCA, 1995), fato esse observado no presente trabalho. Complementando a análise da diversidade em ambas as áreas, as curvas de Preston, que também foram semelhantes, evidenciam a ausência de muitas espécies na amostra, embora seu truncamento seja à esquerda da moda, indicando uma menor proporção de espécies não coletadas. Essa ausência acentuada de espécies na amostra pode ser explicada pela utilização de somente um método de coleta, nesse caso da rede entomológica, e também pelo esforço amostral aplicado, que deveria ter sido maior. Krug

& Alves-dos Santos (2008) avaliaram vários métodos de coleta de abelhas e concluíram que para uma avaliação mais eficiente da diversidade é necessário o uso de vários métodos de coleta de forma complementar, embora mencionem que a rede entomológica foi responsável pela coleta de maior número de espécies. A coleta de abelhas e plantas que receberam visitas de abelhas foi realizada ao longo de um ano, no entanto, a previsão de espaçamento de quinze dias entre as coletas não foi possível de se cumprir, embora o espaçamento máximo não tenha sido superior a trinta dias. O principal fator de impedimento para o cumprimento adequado do calendário anual foram as condições meteorológicas, que por se tratar de área localizada no início da Serra Catarinense apresentou grande índice de chuvas no período amostrado. É provável que se o espaçamento entre as coletas pudesse ter sido menor e mais uniforme, mais espécies seriam coletadas, permitindo assim maiores conclusões.

De acordo com Petersen *et al.* (2006) a abundância e a riqueza de espécies da fauna deveria ser maior em áreas de produção orgânica, pois esse sistema de produção favoreceria maior diversidade e abundância de plantas espontâneas. No entanto, deve-se considerar que o uso da terra era mais intenso na área de produção orgânica, que contava com a produção de milho e cenoura, ou seja, havia menos espaço para a ocorrência abundante de espécies de plantas espontâneas. Já na área de produção convencional, a área de entorno era usada como pastagem e havia menor controle sobre as espécies de plantas espontâneas, podendo estas ocorrer em maior abundância. Essa observação é de grande relevância, pois os resultados sugerem que a maior abundância de plantas espontâneas na área de produção convencional foi de grande importância na manutenção de abelhas na área, a despeito do uso de agrotóxicos.

A flora melitófila no entorno das duas áreas de produção apresentou-se sob grande influência antrópica e foi composta em sua maioria de espécies espontâneas, exceto *Agapanthus* sp. na área de produção convencional e *Vicia villosa* na área de produção orgânica. Essas duas espécies eram cultivadas e também foram consideradas espécies predominantemente visitadas. Muitas espécies de plantas com flores foram procuradas por um número pequeno de indivíduos das diferentes espécies de abelhas. Todavia, representam importantes fontes alternativas de alimentos às abelhas silvestres, possivelmente minimizando a interferência de uma espécie sobre a outra, e favorecendo a permanência das diferentes espécies na área. A existência de plantas que recebem visitas de poucas abelhas, a despeito da diversidade e abundância presente na área, é comum em trabalhos de análise faunística, como observado por Schwartz-Filho & Laroca (1999),

Taura & Laroca (2001) e Taura *et al.* (2007) e podem indicar relação de especialização entre a planta e seus polinizadores, no entanto, essa relação não pode ser estudada neste trabalho.

A composição florística do entorno da área de produção orgânica diferiu daquela da área de produção convencional, observando-se a ocorrência de espécies exclusivas em ambas as propriedades. Excetuando-se as espécies cultivadas, observa-se que algumas plantas foram muito atrativas para as abelhas, como *R. sativus* que foi predominantemente visitada em ambas as áreas, mostrando-se ser uma espécie importante como fonte de alimento para as abelhas, além de sua importância como planta de cobertura devido a grande capacidade de reciclagem de nutrientes como fósforo e nitrogênio (DERPSCH & CALEGARI, 1992). Asteraceae contou com espécies predominantemente visitadas em ambas as propriedades. Na área de produção convencional *V. tweediana*, o popular assa-peixe, já reconhecido pelo seu potencial apícola, foi predominantemente visitado, enquanto na área de produção orgânica *G. cf parviflora* também recebeu visitas de muitas espécies. Como enfatizado por Schwartz-Filho & Laroca (1999), esse método de amostragem não prevê a mensuração da densidade das várias espécies de plantas visitadas por área, no entanto, observações de campo indicam que as espécies que apresentaram mais indivíduos floridos foram mais intensamente visitadas que aquelas com poucos indivíduos floridos. Como no caso de *V. tweediana* que na área de produção convencional ocupava uma grande área de pastagem com intensa floração enquanto que na área de produção orgânica, somente uns poucos indivíduos floresceram no período e não foram representativos, sendo o inverso para *G. cf parviflora*, que na área de produção orgânica, ocupava uma área bem maior.

Com os dados deste trabalho não foi possível evidenciar claramente grandes diferenças nos polinizadores entre os dois modos de produção do morango, provavelmente pelo uso do túnel baixo e também pelas diferenças no uso da terra de entorno em ambas as propriedades. A diversidade de visitantes das flores de morangueiro foi maior na área de produção orgânica, embora a maioria das espécies coletadas tenha apresentado poucos indivíduos. Quanto aos potenciais polinizadores, ou seja, as espécies que apresentaram abundância e comportamento adequados para a polinização dessas flores houve grande similaridade entre os dois sistemas de produção. Dessa forma concordamos com Krebs (1999) que menciona que um problema com estudos da biodiversidade em paisagens agrícolas é que tanto o manejo quanto os fatores da paisagem podem afetar a biodiversidade da área. Exceto pela não utilização de fertilizantes e pesticidas químicos, o

manejo da cultura do morango entre as áreas é idêntico, o que pode explicar certa homogeneidade em alguns resultados, como por exemplo, a grande abundância de poucas espécies e as taxas de polinização natural. Percebe-se, no caso em estudo, que a idéia de orgânico aplicada está longe daquela que foi formulada pelos seus idealizadores, que buscavam o retorno a terra. Não se trata de um manejo cultural decidido somente pelo agricultor, pois todo o processo é legalmente amparado e para que um produto seja considerado orgânico ele deve ser certificado por uma empresa competente.

A análise da fauna visitante das flores do morangueiro e da vegetação de entorno associado com os resultados obtidos no estudo da biologia reprodutiva dessa espécie permite-nos considerar que existe potencial de aumento na produção dessa cultura e que o manejo adequado do túnel baixo pode ser um fator de grande importância nesse aspecto. Existem outras espécies de abelhas na área de entorno da produção dessa cultura que poderiam visitar as flores do morangueiro, e assim, aumentar as taxas de polinização. *Dialictus* sp.1 e *P. remota*, mesmo em pequena abundância visitaram as flores do morangueiro e as plantas do entorno e também *T. spinipes* que foi um visitante freqüente nas flores da vegetação de entorno junto com *P. lineata*. Seria importante avaliar a diversidade de polinizadores sob diferentes condições de manejo do túnel baixo, mantendo-o aberto de maneira que não interferisse no desenvolvimento das plantas, visto que, segundo os produtores, com a utilização dos túneis houve melhora na qualidade dos morangos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C.; LAROCA, S. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae): taxonomia, bionomia e relações tróficas em áreas restritas. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, vol.17, p. 67-108, 1988.

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETI, D.; RIVA, E.; MARAN, R. E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, vol.25, p.94-99, 2007.

ANTUNES, L. E. C.; CAMPOS, A. D.; DUARTE FILHO, J.; MEDEIROS, A. R. M.; SANTOS, A. M. **Sistema de produção do morango**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. Disponível em < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap09.htm>>. Acesso em 15 de jan. 2009.

BORROR, D. J.; D. M. DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo, Edgard. Blucher, 1988.

BUCHMANN, S. L.; NABHAN, G. P. **The forgotten pollinators**. Washington: Island Press, 1996.

BUZZI, Z. J. **Entomologia didática**. 4. ed. Curitiba: UFPR, 2002.

CHAGNON, M. GINGRAS, J. & OLIVEIRA, D. Pollination rate of strawberries. **Journal of Economic Entomology**, v.82, p.1350-1353, 1989.

CHAGNON, M. GINGRAS, J. & OLIVEIRA, D. Complementary aspects of strawberry pollination by honey and indigenous bees (Hymenoptera). **Journal of Economic Entomology**, v.86, p.416-420, 1993.

DERPSCH, R.; CALLEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992.

EICKWORT, G.C. A comparative morphological study and generic revision of the augochlorine bees (Hymenoptera: Halictidae). **The University of Kansas Science Bulletin**, vol.48, p.325-524, 1969.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção de morango para mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste**. Embrapa uva e vinho, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/plastica.htm>>. Acesso em 12 out, 2008.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology and Evolution Systematic**. Palo Alto, vol. 34, p. 487-515, 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA-NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI-FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

JAYCOX, E.R. Pollination of strawberries. **American Bee Journal**, v.110(1), p.176-177, 1970.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, v.40: p.837-845, 2003.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2.ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 1999.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, vol.37, p. 265-278, 2008.

LAROCA, S. **Ecologia**: princípios e métodos. Petrópolis: Vozes, 1995.

LAROCA, S. Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e primeiro planalto paranaenses. **Tese de Mestrado**. Universidade Federal do Paraná, 1972.

LAROCA, S. & ORTH, A.I. Melissocoenology: historical perspective, method of sampling, and recommendations to the "Program of conservation and sustainable use of pollinator, with emphasis on bees". *In* Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature (KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. eds.). **Ministry of Environment**, Brasília, p.217-225, 2006.

MAETA, Y.; TEZUKA, T.; NADANO, H.; SUZUKI, K. Utilization of the brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornes*, as a pollinator of strawberries. **Honeybee Science**, v.13, p. 71-78, 1992.

MALAGODI-BRAGA, K. S. Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae). **Tese (Doutorado)**, 104 p. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia, São Paulo, 2002.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? **Australian Journal of Agricultural Research**, vol.55, p. 771-773, 2004.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Abelhas sem ferrão e polinização. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, vol.10, p.59-70, 2004.

MARINONI, L.; MORALES, M. N.; SPALER, I. Chave de identificação ilustrada para os gêneros de Syrphinae (Díptera, Syrphidae) de ocorrência no Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v.7, p. 145-160, 2007.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Agriculture Research Service United States Department of Agriculture, Washington, 1976.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000.

MOURE, J. S.; SAKAGAMI, SH. F. As mamangabas sociais do Brasil (*Bombus* Latr.) (Hymenoptera, Apoidea) **Studia Entomologica**, vol.5, p.65-194, 1962.

ORTH, A. I. Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais de macieira (*Pyrus malus* L.) (Rosaceae), **Dissertação de Mestrado**, 135p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

ORTOLAN, S. M. L. S; LAROCCA, S. Melissocenótica em áreas de cultivo de macieira (*Pyrus malus* L.) em Lages (Santa Catarina, Sul do Brasil), com notas comparativas e experimento de polinização com *Plebeia emerina* (Friese) (Hymenoptera, Apoidea). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.25 (1,2,3,4): p.1-113, 1996.

PETERSEN, S.; AXELSEN, J. A.; TYBIRK, K.; AUDE, E.; VESTERGAARD, P. Effects of organic farming on field boundary vegetation in Denmark. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, vol.113, p.302-306, 2006.

PRESTON, F. W. The commonness and rarity of species. **Ecology**, vol.29, p.254-283, 1948.

ROBINSON, R. A.; SUTHERLAND, W. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. **Journal of Applied Sciences**, vol.39, p. 157-176, 2002.

ROIG-ALSINA, A.; MICHENER, C. D. Studies of the Phylogeny and Classification of Long-Tongued Bees (Hymenoptera: Apoidea). **University of Kansas Science Bulletin** 55(4): 124-162, 1993.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v.37: p.124-143, 2006.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCCA, S.; MOURE, J. S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil. **J. Fac. Sci.** Hokkaido Univ., Preliminary report., Ser. VI Zool. v. 16(2), p. 253-291, 1967.

SANTA CATARINA. LEI Nº 11.954, de 25 de outubro de 2001. Declara o município de Rancho Queimado a capital catarinense do morango. **Diário Oficial do Estado**, Florianópolis, 29 out, 2001.

SCHWARTZ-FILHO, D.; LAROCCA, S. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, vol.28, p.19-108, 1999.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas Brasileiras, Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, 2002.

STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. **Oecologia**, vol. 121, p. 432-440, 1999.

TAURA, H. M.; LAROCA, S. A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v.30 (1, 2, 3, 4): p.35-137, 2001.

TAURA, H. M.; LAROCA, S.; BARBOSA, J. F.; RODRIGUES, J. Melissocenótica (Apoidea, Anthophila) no Parque Florestal dos Pioneiros, Maringá, PR (sul do Brasil): Parte II. Utilização de recursos florais. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, vol.36, p. 175-192, 2007.

THOMPSON, F.C. The flower flies of the West Indies (Diptera: Syrphidae). **Mem. Ent. Soc.** Washington. vol.9, p. 1-200, 1981.

WASER, N.M.; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILHANS, N. M.; OLLERTON, J. Generalization in pollination systems and why it matters. **Ecology**, Washington, v. 77, p. 1043-1060, 1996.

WEISS, M. R. Floral color change: a widespread functional convergence. **American Journal of Botany**, vol.82, p.167-185, 1995.