

Importância da polinização biótica
na produtividade de *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne
ex Weston) Duchesne ex Rozier ‘Aromas’ e a diversidade
e abundância de abelhas em áreas de cultivo
convencional e orgânico

Importance of biotic pollination
in the productivity of *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne
ex Weston) Duchesne ex Rozier ‘Aromas’ and the diversity
and abundance of bees in areas of conventional and
organic cultivation

JOSÉ FELINTO BARBOSA¹

AFONSO INÁCIO ORTH²

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, 2002). As áreas de cultivo podem ser responsáveis por grandes alterações no ecossistema local e dependendo da espécie cultivada, ocasionar problemas na produção da própria cultura. Nas últimas décadas a diversidade de plantas e animais tem diminuído em agroecossistemas (ROBINSON & SUTHERLAND, 2002), incluindo grandes declínios e mudança na riqueza de espécies de importantes polinizadores (BUCHMANN & NABHAN, 1996).

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

¹Mestre em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC. (e-mail: j_felinto@yahoo.com.br)

²Professor do Departamento de Fitotecnia, CCA/UFSC. Rodovia Admar Gonzaga, 1346 – Itacorubi – Florianópolis – SC (e-mail: aorth@mbox1.ufsc.br).

néctar e pólen (MICHENER, 2000). Quanto a importância das áreas de entorno aos cultivos para a manutenção de polinizadores, KLEIN, STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (2003) analisaram a abundância e diversidade de espécies de abelhas em quinze sistemas agroflorestais de produção de café e constataram 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. 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.

Com relação a dependência da polinização biótica, 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 (RICHARDS, 2001). As plantas cultivadas responsáveis pela maioria das calorias consumidas no mundo, como milho, arroz e trigo, não dependem de animais polinizadores para essa grande produção (RICHARDS, 2001; GHAZOU, 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.*, 2009).

Os morangueiros comerciais são híbridos resultantes do cruzamento de *Fragaria virginiana*, da América do Norte, e *Fragaria chiloensis*, da América do Sul (GILL & VEAR, 1965), sendo denominados cultivares de *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier e pertencentes à família Rosaceae. Os diferentes cultivares são autocompatíveis, mas as variações na morfologia e fisiologia floral limitam sua capacidade de autopolinização espontânea. Raramente o pólen atinge espontaneamente a totalidade dos estigmas, e se o estigma não for polinizado não há crescimento local do receptáculo, gerando morangos deformados (JAICOX, 1970; CONNOR & MARTIN, 1973; ZEBROWSKA, 1998; MALAGODI-BRAGA, 2002). Diversos estudos já constataram que muitos insetos visitam suas flores, incluindo moscas, besouros, borboletas e várias abelhas. Todavia, apenas as abelhas têm uma real importância na transferência de pólen e na produção de morangos bem formados (MCGREGOR, 1976).

Diante da importância da presença de polinizadores em áreas de produção de morangueiros e das diferenças observadas entre os cultivares, o objetivo desse trabalho foi estudar a biologia reprodutiva de *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier ‘Aromas’ e a

diversidade de visitantes florais em áreas de produção orgânica e convencional. Também estudamos a diversidade de abelhas visitantes das flores da vegetação de entorno para comparar com aquelas que visitaram os morangueiros. Buscamos, dessa forma, contribuir na divulgação da importância das abelhas em áreas de produção agrícola e oferecer indicadores ambientais para o manejo dessa cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREAS DE ESTUDOS

Os estudos foram conduzidos no município de Rancho Queimado, Santa Catarina, localizado junto às encostas e escarpas da Serra Geral, entre o litoral e o planalto do estado. Foram selecionadas duas áreas de cultivo de *F. ananassa* 'Aromas', sob o contexto de produção orgânica e convencional, distantes cerca de 5 km. A área de cultivo convencional (S27° 39' 52", W49° 07' 49"; Altitude: 788 m) foi composta por cerca de 3.000 plantas distribuídas em 19 canteiros. A área de cultivo orgânico (S27° 37' 55", W49° 05' .39"; Altitude: 672 m) apresentou cerca de 2.500 plantas em 15 canteiros. Cada canteiro estava separado do outro por ruas de cerca de 80cm e apresentaram cobertura do solo com plástico preto. Os produtores utilizavam túneis baixos (cerca de 1,5 m de altura), de plástico semitransparente suportados por arcos de metal (Fig.v1), que permaneciam fechados a maior parte do tempo. De acordo com IBGE (2008) o tipo climático para a região, segundo a classificação de *Koepfen*, é o mesotérmico úmido (Cfa). Dessa forma, a região apresenta temperaturas médias anuais entre 14 ° C e 18° C, temperaturas médias em janeiro entre 18° C e 22° C e, temperaturas médias em julho entre 10 e 12° C, sendo que a precipitação média anual é de 1.800 mm.



Fig. 1. Área de estudo. A e B: cultivo de morangueiros sob a proteção de túneis baixos com plástico semitransparentes. Rancho Queimado (SC), 2008.

Os dados foram obtidos no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, durante visitas semanais alternadas entre as áreas de cultivo.

BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA

Para os tratamentos de biologia floral e reprodutiva usamos somente as flores primárias da inflorescência, pois essas flores têm maior número de pistilos, menor capacidade de autopolinização espontânea e dependem mais da polinização biótica (CONNOR & MARTIN, 1973; CHAGNON, GINGRAS & OLIVEIRA, 1989; ZEBROWSKA, 1998; MALAGODI-BRAGA, 2002).

No estudo da biologia floral foram observadas a longevidade floral, receptividade do estigma, oferta do pólen e a produção de néctar. A longevidade floral e a oferta de pólen foram acompanhadas a partir de flores marcadas (n=20) ainda em estágio de botão.

A avaliação da receptividade estigmática se deu em todos os dias de antese. Foram emasculadas 40 flores em estágio de botão na pré-antese que permaneceram ensacadas com sacos de papel. Diariamente, entre as 8h e 10h, seis flores foram coletadas e testadas, de forma a verificar variações na receptividade dos estigmas de acordo com a idade da flor. O método utilizado foi o da identificação da atividade das enzimas peroxidases na superfície do estigma com solução 6 % de peróxido de hidrogênio (GALEN & PLOWRIGHT, 1987; KEARNS & INOUE, 1993; DAFNI & MAUÉS, 1998). As observações foram realizadas em campo com auxílio de lupa de bolso (4 x).

O volume e a concentração do néctar produzido pelas flores ao longo da sua antese foram avaliados diariamente no período da manhã e tarde de cada dia em que a flor permaneceu aberta. A coleta foi feita com tubos microcapilares (1µl), conforme DAFNI (1992) e KEARNS & INOUE (1993), em 30 flores ensacadas na pré-antese com sacos de náilon com microfuros. A concentração de açúcares foi determinada logo após a coleta do néctar com um refratômetro portátil (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, com 95 % de confiabilidade, utilizando o programa Statistica 8®.

Para estudar os efeitos da polinização biótica no desenvolvimento do receptáculo floral, foram realizados os seguintes tratamentos de biologia reprodutiva em flores primárias: polinização livre, autopolinização espontânea, autopolinização manual, polinização cruzada manual e anemofilia. O tratamento polinização livre foi realizado nas duas áreas, os demais na área de produção convencional. Os tratamentos seguiram a metodologia descrita em DAFNI (1992) e KEARNS & INOUE (1993).

O tratamento de polinização livre foi o controle, no qual foi permitido toda forma natural de transferência de pólen nas flores marcadas (n=30).

Para o tratamento de autopolinização espontânea, as flores (n=30) foram ensacadas com sacos de papel no dia anterior à antese, assim permanecendo até o início do desenvolvimento do receptáculo floral.

Para o tratamento de autopolinização manual as flores (n=15) foram ensacadas com sacos de papel na pré-antese. No momento de maior receptividade estigmática, o pólen foi transferido para o estigma da própria flor com auxílio de pincel e as flores permaneceram ensacadas até o início do desenvolvimento do receptáculo floral.

Para o tratamento de polinização cruzada manual, as flores (n=15) selecionadas ainda em estágio de botão tiveram suas anteras retiradas e permaneceram ensacadas com sacos de papel. No momento de maior receptividade estigmática, os grãos de pólen proveniente de flores de outras plantas foram transferidos com auxílio de pincel para os estigmas das flores testadas.

No tratamento de anemofilia, as flores (n=30) foram ensacadas com sacos de náilon com microfuros 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 sejam transportados pelo vento.

O efeito dos tratamentos na produção foi avaliado através da determinação do peso fresco dos morangos colhidos (receptáculo floral desenvolvido mais os aquênios), e da classificação quanto à forma, em quatro categorias: bem formado (sem qualquer defeito de polinização, com crescimento total do receptáculo), regular (com leves defeitos no crescimento do receptáculo), deformado (crescimento anormal do receptáculo) e muito deformado (receptáculo com poucas áreas de crescimento). 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.

Para estabelecer a efetividade de cada tratamento, foi determinada a porcentagem de fecundação em cada morango através da contagem dos óvulos 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, e o coeficiente de correlação de postos de Spearman (r_s) com auxílio do programa Statistica 8®.

VISITANTES FLORAIS

Para a coleta dos visitantes florais dos morangueiros foi utilizada uma adaptação da metodologia descrita por SAKAGAMI, LAROCA & MOURE (1967), já citadas e utilizadas por ORTH (1983) e ORTOLAN & LAROCA (1996) no estudo de plantas cultivadas. Dessa forma, foi coletado, com auxílio de rede entomológica, todo inseto observado nas flores do morangueiro em todos os canteiros das propriedades. A determinação de polinizadores potenciais foi realizada por observação direta da abundância e comportamento dos visitantes florais, o tempo de visitação, número de flores visitadas e a coleta de recursos tróficos (néctar, pólen ou ambos).

As coletas da melissofauna no entorno das áreas de produção se concentraram na vegetação próxima aos canteiros, perfazendo um raio de cerca de 100 m. A técnica utilizada foi a descrita por SAKAGAMI, LAROCA & MOURE (1967) e LAROCA (1972) para estudos biocenóticos, nas quais as amostras de abelhas e das plantas com flores foram coletadas e preparadas para identificação.

Ambas 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 8h e as seguintes em intervalos de duas horas até as 16h, desconsiderando o horário de verão. Os visitantes florais capturados foram 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. Os espécimes coletados foram alfinetados, etiquetados, identificados e 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 de insetos nos dois sistemas de produção pelo índice de Shannon-Wiener. Esse índice é adequado para análise de amostras coletadas ao acaso em comunidades (KREBS, 1999) e mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo coletado em uma amostra com S espécies e N indivíduos (LAROCA, 1995). Para avaliar a homogeneidade da distribuição dos indivíduos dentro das espécies em cada área amostrada, foi obtido o índice (E) de Equabilidade. Este pode variar de 0 a 1, sendo que, quanto maior, mais equilíbrio terá a distribuição dos indivíduos dentro das espécies da área amostrada.

Para comparar a similaridade de insetos visitantes florais, entre os locais de estudo, foi utilizado o índice de Sorensen conforme descrito em LAROCA (1995). Para o cálculo dos limites de confiança da abundância relativa das espécies predominantes foi utilizado o método de KATO, MATSUDA & YAMASHITA (1952).

Para estimar o número total de espécies e complementar a abordagem sobre a diversidade de abelhas visitantes da vegetação de entorno, utilizou-se as frequências dos indivíduos (agrupados por oitavas) das várias espécies coletadas, e os dados ajustados à log normal truncada (PRESTON, 1948).

Para o cálculo do índice de diversidade, de similaridade, os limites de confiança de Kato e as estimativas de Preston foram utilizados programas Basic, elaborados por LAROCA (1995).

RESULTADOS

As observações diretas da longevidade floral permitiram constatar que a antese de *F. x ananassa* 'Aromas' ocorreu em diferentes horários do dia e as flores permaneceram abertas por até seis dias (n=20), apresentando características peculiares a cada dia de idade. As flores apresentaram receptáculo floral bem desenvolvido e com elevação de $1,0 \pm 0,2$ cm (n=20), onde estavam localizados os ovários, formados por carpelos livres entre si. O androceu foi composto por $31,41 \pm 2,35$ (n=20) estames dispostos em torno do receptáculo floral. Os estames apresentaram filetes com comprimentos que variaram de 0,8 até 4,8 mm. As anteras em pré-antese apresentaram coloração amarela, escurecendo a medida que os grãos de pólen eram liberados por uma fenda longitudinal. A exposição dos grãos de pólen ocorreu de forma gradativa, sendo completa ao longo do terceiro dia. 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. No quarto dia, aparentemente, todos os estigmas estavam receptivos, assim permanecendo até o sexto dia ou início do desenvolvimento do receptáculo floral.

Os dados de produtividade do néctar mostraram diferenças significativas entre os dias avaliados (K-W: $H=151,25$ $P < 0,001$). Os maiores volumes foram observados nas flores do terceiro dia no período da manhã ($2,20 \pm 0,99$ μL), da tarde ($1,95 \pm 1,07$ μL) e do quarto dia de manhã ($1,60 \pm 0,70$ μL). Em todos os outros momentos avaliados o volume de néctar não foi superior a $1\mu\text{L}$ e não houve diferenças significativas entre horários e dias. A avaliação da concentração de açúcares no néctar só foi realizada quando o volume coletado atingiu pelo menos $1\mu\text{L}$, sendo

que os maiores valores foram obtidos para o período da manhã e da tarde do terceiro dia, com $18 \pm 10,5\%$ e $16 \pm 4,86\%$ 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.

O peso médio dos morangos não foi significativamente diferente nos tratamentos de autopolinização manual ($26,95 \pm 3,43$ g), polinização livre área orgânica ($26,12 \pm 6,31$ g), polinização cruzada manual ($25,48 \pm 3,05$ g) e polinização livre área convencional ($24,00 \pm 3,66$ g). No entanto, os tratamentos anemofilia e autopolinização espontânea diferiram entre si e entre os outros tratamentos (K-W: $H = 71,67$, $P < 0,001$). O peso médio no tratamento de autopolinização espontânea não ultrapassou 5 g ($4,43 \pm 7,49$ g) e no de anemofilia foi de $15,02 \pm 8,82$ g.

Os valores médios de comprimento dos morangos obtidos nos tratamentos foram significativamente diferentes (K-W: $H = 81,51$ $P < 0,001$), sendo os menores valores aqueles da autopolinização espontânea ($1,45 \pm 0,89$ cm) e anemofilia ($2,45 \pm 0,74$ cm). O maior comprimento foi observado em morangos provenientes da autopolinização manual ($4,23 \pm 0,69$ cm), mas não diferiu significativamente da polinização livre na área convencional ($4,16 \pm 0,49$ cm), polinização cruzada manual ($4,1 \pm 0,45$ cm) e polinização livre na área orgânica ($4,02 \pm 0,63$ cm). Quanto às medidas de diâmetro dos morangos, o tratamento de autopolinização espontânea foi o único que diferiu significativamente com $1,49 \pm 0,87$ cm, enquanto os demais tratamentos apresentaram média geral de $3,32 \pm 0,47$ cm (K-W: $H = 53,25$ $P < 0,001$).

A porcentagem de óvulos fecundados por morango variou significativamente 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 óvulos fecundados, entretanto não foi significativamente diferente da polinização cruzada manual com $81,59 \pm 6,85\%$ e nem da polinização livre na área orgânica e convencional com $76,38 \pm 9,62\%$ e $73,71 \pm 12,27\%$, respectivamente. Por outro lado, os tratamentos de anemofilia e autopolinização espontânea apresentaram valores menores e diferiram entre si e entre os outros tratamentos. A correlação (r_s) entre o número de óvulos fecundados e o peso e maior comprimento dos morangos foi de 0,80 e 0,86, respectivamente, indicando a existência de uma forte correlação entre essas variáveis, enquanto que com a variável maior diâmetro a correlação pode ser considerada média, com 0,57. Os dados obtidos nos tratamentos quanto ao peso, taxa de fecundação e comprimento dos morangos estão relacionados na Tabela 1.

A maior proporção de morangos bem formados foi resultante dos tratamentos de autopolinização manual (86 %) e polinização cruzada manual (73 %). 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. Na área de produção convencional 64 % dos morangos colhidos apresentaram problemas leves no ápice e na área de produção orgânica 51%. Os tratamentos de anemofilia e autopolinização espontânea não apresentaram um bom desenvolvimento do receptáculo floral, resultando em frutos deformados e muito deformados. 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. Os tratamentos de polinização livre e polinização manual não apresentaram morangos com defeito expressivo na base ou lateral e não diferiram nas medidas de diâmetro (Fig. 2).

Tabela 1. Taxa de fecundação, peso e comprimento dos morangos obtidos nos tratamentos de biologia reprodutiva: polinização livre área orgânica (PLOG), polinização livre área convencional (PLCV), autopolinização manual (APM), polinização cruzada manual (PCM), anemofilia (ANE) e autopolinização espontânea (APE). Rancho Queimado-SC, 2008.

Tratamento	Taxa fecundação (%)	Peso (g)	Comprimento (cm)
PLOG	76,38 ± 9,62a*	26,12 ± 6,31a*	4,02 ± 0,63a*
PLCV	73,71 ± 12,27a	24,00 ± 3,66a	4,16 ± 0,49a
APM	81,95 ± 8,15a	26,95 ± 3,43a	4,23 ± 0,69a
PCM	81,59 ± 6,85a	25,48 ± 3,05a	4,1 ± 0,45a
ANE	36,43 ± 13,52b	15,02 ± 8,82b	2,45 ± 0,74b
APE	13,15 ± 11,31c	4,43 ± 7,49c	1,45 ± 0,89b

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

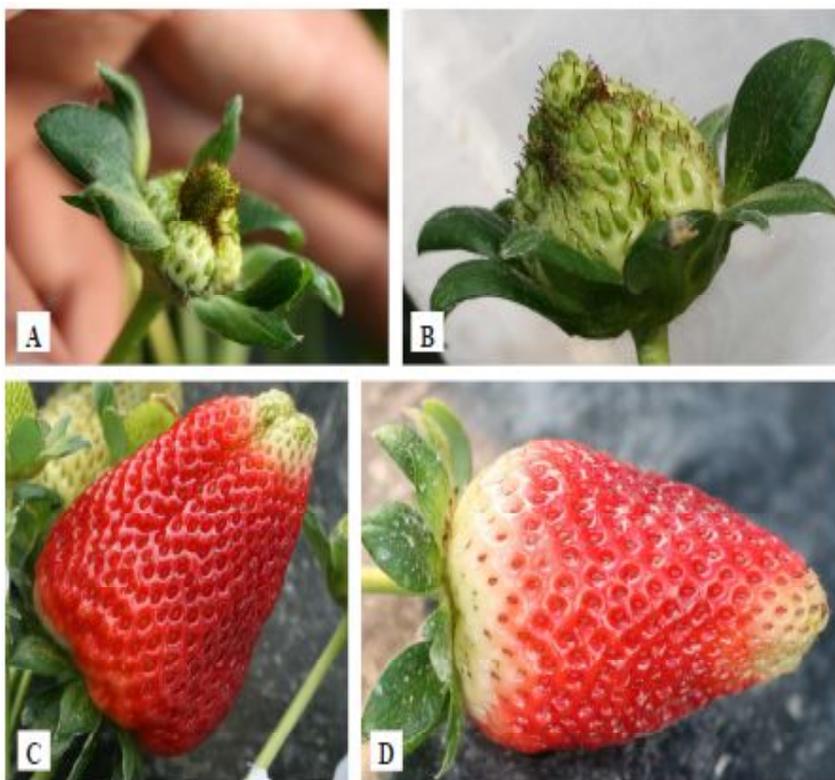


Fig. 2. Resultados dos tratamentos de biologia reprodutiva de *Fragaria x ananassa* 'Aromas'. A: Autopolinização espontânea. B: Autopolinização espontânea + Anemofilia. C e D: Polinização livre. Rancho Queimado (SC), 2008

A amostra total de visitantes florais de *F. x ananassa* 'Aromas' na área de produção convencional consistiu de 14 espécies e 276 indivíduos, pertencentes a três ordens da Classe Insecta: Hymenoptera, Diptera e Coleoptera (Tabela 2). Diptera apresentou maior número de indivíduos, com 59,78 % dos insetos coletados, devido principalmente a presença de Syrphinae com 6 morfoespécies 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* (Fabricius, 1793), com dois indivíduos, e por *Apis mellifera*

Linnaeus, 1758 com 34,78 % de todos os insetos coletados nessa área. Coleoptera representou 3,62 % dos insetos coletados e contou somente com *Astylus variegatus* (Germar, 1824).

Quanto à área de produção orgânica, a amostra total de visitantes florais de *F. x ananassa* 'Aromas' foi de 35 espécies e 303 indivíduos distribuídos em cinco ordens de Insecta: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera (Tabela 2). Diptera representou 45,21 % dos insetos coletados, todos pertencentes à Syrphidae-Syrphinae. Os insetos foram separados em morfoespécies e identificados como Syrphinae sp., sendo iguais as morfoespécies 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* Holmberg, 1884. 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, *A. mellifera*, com 29,37 % e *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) com 3,63 %. Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera, juntas, representaram 7% dos insetos coletados.

O índice de Shannon-Wiener calculado para a amostra de visitantes florais de *F. ananassa* 'Aromas' na 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 $E = 0,61$. 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.

De acordo com a metodologia de KATO, MATSUDA & YAMASHITA (1952), na área convencional três espécies foram consideradas visitantes florais predominantes de *F. ananassa* 'Aromas': 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.

Entre os visitantes florais considerados predominantes, a abelha *A. mellifera* pode ser o principal polinizador de *F. ananassa* 'Aromas' nas duas áreas de estudo. Essas abelhas se movimentavam rapidamente entre

os estigmas e anteras e visitaram cerca de 6 flores por minuto. Quanto à carga de pólen, todos os indivíduos de *A. mellifera* coletados apresentaram pólen na corbícula e nos pelos do corpo (Fig. 3). A presença dessa espécie foi constatada em quase todos os dias de coleta com maior abundância entre as 10 h e 14 h.

As espécies de Syrphidae permaneciam paradas sobre as anteras ou estigmas por tempos muito variáveis, desde 10 segundos a mais de 2 minutos. Embora não atendam aos requisitos de um bom polinizador, devido sua pequena movimentação entre as flores e ausência de pelos plumosos e ramificados para o transporte de pólen, 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.

Tabela 2. Visitantes florais de *Fragaria x ananassa* 'Aromas' em áreas de produção convencional e orgânica. CV: indivíduos na área de produção convencional; ORG: indivíduos na área de produção orgânica. Rancho Queimado (SC), 2007/2008.

Ordem/Família/Espécie	cv	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
<i>Dialictus</i> sp. 3		1
APIDAE		
<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
<i>Ceratina (Ceratinula) sp. 2</i>		1
FORMICIDAE	1	7

continua

	conclusão	
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
CANTHARIDAE		
		1
ELATERIDAE		
		1
CHRYSOMELIDAE		
		1
HEMIPTERA		
LYGAEIDAE		
		6
MIRIDAE		
		1
PENTATOMIDAE		
		1
Insetos não identificados		4
<hr/>		
TOTAL	276	303
<hr/>		

Na área de produção orgânica, a presença de *Dialictus* sp.1 e *Plebeia remota*, com frequências de 4,0 % e 3,65 % respectivamente, também devem favorecer os serviços de polinização natural. Essas abelhas apresentaram pólen no aparelho transportador e pelos do corpo e por vezes foram encontradas se movimentando entre as anteras e os estigmas da base do receptáculo floral.

As amostras da melissofauna coletada visitando as flores da vegetação de entorno das áreas de cultivo foram compostas por 38 espécies e 648 indivíduos na área de produção convencional e 36 espécies



Fig. 3. Visitantes florais de *Fragaria x ananassa* 'Aromas'. A, B, e C: *Apis mellifera*. D. *Plebeia* sp. Rancho Queimado (SC), 2008.

e 915 indivíduos na área de produção orgânica (Tabela 3). 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 sequência 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 %).

Na área de produção orgânica, a família de abelhas com maior representatividade de espécies foi 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 %).

Tabela 3. Espécies de abelhas (Hymenoptera, Anthophila) capturadas sobre as flores da vegetação de entorno nas duas áreas de produção de *Fragaria x ananassa* 'Aromas'. CV: número de indivíduos na área de produção convencional; ORG: número de indivíduos na área de produção orgânica. Rancho Queimado, 2007/2008.

Família/Espécie	cv	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 pruinosis</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	

continua

ig.

	conclusão	
<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
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	21	2
<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	8	47
<i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 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> (Lepeletier, 1841)	1	
<i>Xylocopa bambusae</i> Schrottky, 1902		1
<i>Xylocopa brasilianorum</i> (Linnaeus, 1767)		1
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)		1
<i>Xylocopa (Stenoxycopa) artifex</i> Smith, 1874	1	9
TOTAL	648	915

O índice de diversidade de Shannon-Wiener calculado para as amostras de abelhas coletadas na vegetação de entorno da 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 $E = 0,53$. O coeficiente de similaridade de Sorensen, a nível específico para a amostra de abelhas coletada sobre as flores da vegetação entre as duas áreas é de 50,7, indicando similaridade moderada.

Os valores de probabilidade de ocorrência calculados pelo método de KATO, MATSUDA & YAMASHITA (1952) permitiram considerar espécies

predominantes em ambas propriedades. Na área de produção convencional *A. mellifera* com 41,98 %, *T. spinipes* com 28,55 % e *Bombus (Fervidobombus) pauloensis* Friese, 1913 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* (Lepelletier, 1836) com 17,04 % e *P. remota* com 5,14 % perfazendo, juntas, 81,41 % dos indivíduos coletados.

Os resultados da distribuição do número de indivíduos por espécie, agrupados segundo as classes de abundância (oitavas), conforme o método de PRESTON (1948), indicam que a maioria das espécies encontra-se representada por um pequeno número de indivíduos (Fig. 4). Como se observa no gráfico da figura, ambas as áreas apresentaram certa tendência de ajustamento à curva normal, 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.

Na área de entorno da produção convencional foram amostradas 20 espécies de plantas, distribuídas em 11 famílias, que receberam visitas de abelhas (Tabela 4). 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* Baker 1873 recebeu visitas de nove espécies e 18,06 % das abelhas coletadas, *Solidago chilensis* Meyen 1834 com 11 espécies e 11,88 % e *Bidens pilosa* L. 1753 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* L. 1753, 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.

Tabela 4. Plantas que receberam visitas de abelhas no entorno da área de produção convencional de morango, *F. x ananassa* 'Aromas'. E: espécies; I: indivíduo. Rancho Queimado (SC), 2007/2008.

Família/Gênero/Espécie	Total Abelhas	
	E	I
AMARYLLIDACEAE		
<i>Agapanthus</i> sp.	11	69
ASTERACEAE		
<i>Ageratum conyzoides</i> L. 1753	2	3
<i>Bidens pilosa</i> L. 1753	12	54
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth 1820	2	2
<i>Galinsoga cf. parviflora</i> Cav. 1794	9	15
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less. 1831	2	4
<i>Solidago chilensis</i> Meyen 1834	11	77
<i>Sonchus</i> sp.	6	22
<i>Vernonia tweediana</i> Baker 1873	9	119
BRASSICACEAE		
<i>Raphanus sativus</i> L. 1753	12	220
FABACEAE		
<i>Trifolium repens</i> L. 1753	1	1
LAMIACEAE		
<i>Hyptis</i> sp.	1	1
<i>Ocimum selloi</i> Benth. 1832	2	2
MALVACEAE		
<i>Sida cf. carpinifolia</i>	4	4
<i>Sida rhombifolia</i> L. 1753	1	2
OLEACEAE		
<i>Jasminum mesnyi</i> Hance 1882	1	6
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum</i> sp.	5	17
SCROPHULARIACEAE		
<i>cf. Veronica</i> sp.	3	4
SOLANACEAE		
<i>Cestrum corymbosum</i> Schltl. 1832	2	8
VERBENACEAE		
<i>Verbena</i> sp.	4	18

Na área de entorno da produção orgânica foram amostradas 21 espécies de plantas, distribuídas em 12 famílias, que receberam visitas de abelhas (Tabela 5). 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* Roth 1793 apresentou a maior abundância de abelhas (54,97 %) pertencentes a 14 espécies, seguida de Brassicaceae, com *R. sativus* que recebeu visita de 12 espécies e 20,77 % das abelhas coletadas.

Tabela 5. Plantas que receberam visitas de abelhas no entorno da área de produção orgânica de morango, *F. x ananassa* 'Aromas'. E: espécies; I: indivíduo. Rancho Queimado (SC), 2007/2008.

Família/Gênero/Espécie	Total abelhas	
	E	I
ASTERACEAE		
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC. 1838	1	1
<i>Baccharidastrum triplinervium</i> (Less.) Cabrera 1937	1	5
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist 1943	4	12
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth 1820	5	5
<i>Galinsoga cf. parviflora</i> Cav. 1794	13	88
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less. 1832	2	4
<i>Solidago chilensis</i> Meyen 1834	2	2
<i>Vernonia tweediana</i> Baker 1873	1	1
BRASSICACEAE		
<i>Raphanus sativus</i> L. 1753	12	192
FABACEAE		
<i>Vicia villosa</i> Roth 1793	14	503
HYPOXIDACEAE		
<i>Hypoxis decumbens</i> L. 1759	1	1
LYTHRACEAE		
<i>Cuphea</i> sp.	2	3
<i>Heimia salicifolia</i> Link 1822	4	9
MALVACEAE		
<i>Sida cf. carpinifolia</i>	1	3

continua

conclusão

MELASTOMATACEAE		
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn. 1886	1	1
ONAGRACEAE		
<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz 1943	6	12
<i>Ludwigia cf. peruviana</i> (L.) H. Hara 1953	9	50
POACEAE		
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. 1779	1	14
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum</i> sp.	1	1
SCROPHULARIACEAE		
<i>cf. Veronica</i> sp.	1	2
VERBENACEAE		
<i>Verbena</i> sp.	4	6

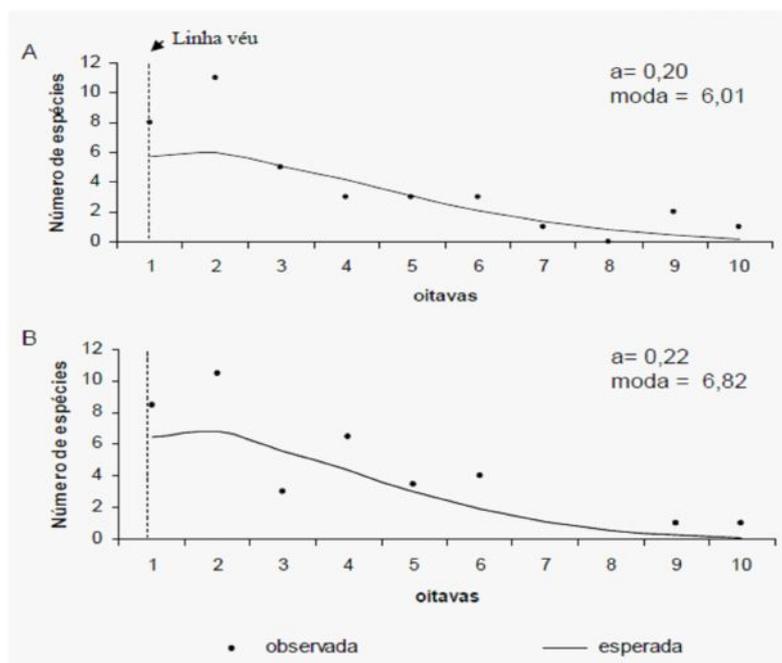


Fig. 4. Distribuição de frequência das espécies de abelhas (Hymenoptera, Anthophila), agrupadas segundo as oitavas de abundância, conforme o método de PRESTON (1948). A: entorno da área de produção orgânica. B: entorno da área de produção convencional. Rancho Queimado (SC), 2007/2008.

DISCUSSÃO

A longevidade floral de *F. x ananassa* 'Aromas', de cerca de seis dias, propicia maior tempo para que ocorra a polinização de seus numerosos estigmas e o desenvolvimento adequado do receptáculo floral. Longevidade floral semelhante a desse cultivar já foi observada 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 impedem 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 monoclinas pode favorecer a polinização cruzada (JAIN, 1976; RICHARDS, 1986).

Embora *F. x ananassa* 'Aromas' seja autocompatível, o comprimento dos filetes das anteras limitam as taxas de autopolinização e o crescimento do receptáculo floral. A alta porcentagem de morangos muito deformados obtidos no teste de autopolinização espontânea confirma essa expectativa. 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 apresentaram anteras com altura inferior à do receptáculo floral, característica essa que a cultivar 'Aromas' compartilha. CONNOR & MARTIN (1973) e ZEBROWSKA (1998) também encontraram correlação positiva entre a capacidade de autopolinização espontânea e o comprimento dos filetes e a largura das anteras.

Os resultados dos testes de biologia reprodutiva evidenciaram que *F. x ananassa* 'Aromas' apresenta grande dependência da polinização biótica para a produção de morangos bem formados. O fato dos estigmas do ápice do receptáculo floral se tornarem receptivos a partir do terceiro dia de antese torna importante a presença de um transportador de pólen que visite as flores de diferentes idades e que cada flor receba várias visitas em dias diferentes. Os resultados obtidos nos tratamentos de polinização livre em ambas as áreas, mostraram alto percentual de morangos com defeitos leves. Enquanto os morangos obtidos pelas técnicas de polinização manual foram classificados como bem formados, aqueles provenientes da polinização natural apresentaram pequenas deformações, principalmente no ápice. Esses dados indicam que houve polinização natural insuficiente e há um potencial de aumento da produtividade com o aumento das visitas de polinizadores. MALAGODI-

BRAGA (2002) estudou as cultivares Sweet Charlie e Oso Grande e concluiu que a primeira cultivar necessita de mais visitas de abelhas em suas flores para a produção de morangos bem formados, ou seja, existe uma relação entre número de visitas e estigmas polinizados.

Os resultados da amostragem de visitantes florais de *F. ananassa* 'Aromas' demonstram maior diversidade na área de produção orgânica, entretanto, a maioria das espécies tem baixa frequência e não são polinizadores efetivos. A abundância de *A. mellifera*, que não foi diferente entre as áreas de estudo, deve contribuir para a boa produção dos morangueiros, conforme sugerido nos resultados do tratamento de polinização livre. O comportamento dessa abelha na flor evidencia seu papel como importante polinizador, fato esse que já fora constatado por vários autores como JAYCOX (1970), MACGREGOR (1976) e CHAGNON, GINGRAS & OLIVEIRA (1989). Além de estar presente em quase todas as coletas realizadas, os indivíduos amostrados apresentaram pólen nos pelos do corpo e nas corbículas, sugerindo a importância desse recurso como atrativo, em detrimento do baixo volume e concentração do néctar encontrado. 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.

Quando avaliada a fauna de abelhas presente no entorno das áreas de produção, nota-se que a alta dominância de algumas espécies resultou em índices de diversidade similares. A presença de muitas espécies representadas por um ou poucos indivíduos, como observado em ambas as áreas de produção, poderia ser uma indicação de espécies raras (BARBOLA & LAROCCA, 1993), porém, por se tratar de uma área rural alterada também pode indicar declínio dos insetos amostrados. 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. Vários fatores podem explicar a ausência de espécies, desde a utilização de uma única metodologia de coleta (KRUG & ALVES-DOS SANTOS, 2008) até o impacto ambiental causado pela fragmentação florestal e o uso de agrotóxicos na região (KREBS *ET AL.*, 1999).

A família Apidae foi a mais diversificada e com maior número de indivíduos amostrados no entorno de ambas as áreas de produção. Muitas espécies são eussociais e, de acordo com MICHENER (2000), podem

apresentar colônias com milhares de indivíduos e são generalistas quanto às flores que visitam. Entretanto, no presente trabalho, a maioria das espécies de abelhas amostradas no entorno das áreas de produção não visitaram as flores dos morangueiros. 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), onde os morangueiros foram cultivados sem o túnel baixo, *T. spinipes* foi um visitante frequente das flores, 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. *P. remota* também foi observada nas duas áreas de estudo, mas só visitou os morangueiros na área de produção orgânica. Essa espécie de abelha social pode ter efeito complementar na polinização e por conseguinte na boa formação dos morangos. A eficiência dos meliponíneos na polinização do morangueiro já foi constatada como complementar a de *A. mellifera* e também na polinização aplicada. *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1825) foi polinizador eficiente dessa cultura em ambientes fechados (MALAGODI-BRAGA, KLEINERT & IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; MALAGODI-BRAGA & KLEINERT, 2004; ANTUNES ET AL., 2007), assim como *Scaptotrigona aff. depilis* (Moure, 1942) e *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836) (ROSELINO ET AL., 2009). Na área de produção orgânica, *P. lineata* também foi visitante frequente na vegetação de entorno, porém, também não foi amostrada nas flores do morangueiro.

A diversidade de Halictidae no entorno de ambas as áreas de produção deve-se aos gêneros *Augochlora*, *Augochloropsis* e *Dialictus*, no entanto, a maioria de suas espécies apresentou poucos indivíduos. São consideradas de um modo geral, abelhas poliléticas ou generalistas, pois visitam flores de muitas espécies de plantas melitófilas (TAURA & LAROCA, 2001). A espécie *Dialictus* sp.1 esteve presente em ambas as áreas, mas só foi amostrada visitando as flores dos morangueiros na área de produção orgânica. De acordo com MALAGODI-BRAGA & KLEINERT (2007), espécies de *Dialictus* polinizam de modo eficiente os estigmas da base e lateral do receptáculo floral e complementam a polinização realizada por *A. mellifera* e *T. spinipes*.

O manejo da cultura com uso de túneis plásticos baixos pode ter interferência sobre a atratividade de insetos polinizadores, principalmente quando mantidos fechados. Muitos insetos, como as abelhas, se orientam visualmente (MICHENER, 2000) e as flores emitem sinais que buscam avisar os polinizadores da possível presença de recursos ou facilitando a coleta desses recursos (WASER *ET AL.*, 1996). 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. Entretanto, segundo ANTUNES *ET AL.* (2005), o uso dos túneis baixos oferece melhoria de qualidade e disponibilidade de morangos em uma condição mais controlada, pois evita excessos de raios solares, chuvas ou mesmo danos provocados por granizo. Assim, o uso do túnel baixo no cultivo de plantas que requerem polinização biótica, lança o desafio de manejá-lo para permitir a presença das abelhas e manter os benefícios da cobertura.

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 nessas pequenas propriedades é intenso e havia pouco espaço para a ocorrência abundante de espécies de plantas espontâneas. 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). A vegetação da área de estudo se encontrava fragmentada e sujeita aos efeitos negativos de borda e da presença de áreas de habitat pequenas.

Comparando-se os resultados obtidos em relação às espécies de plantas visitadas na área de entorno da produção, verifica-se a ocorrência de plantas exclusivas e comuns a cada uma das áreas amostradas. A vegetação 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. Das plantas predominantemente visitadas, somente *R. sativus* foi comum às duas áreas. 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 receberam 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 foi estudada.

Com os dados deste trabalho foi possível identificar a dependência de *F. x ananassa* 'Aromas' da polinização biótica. A diversidade de visitantes das flores do 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, sendo *A. mellifera* o principal polinizador. 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 importante nesse aspecto. Existem outras espécies de abelhas na área de entorno do cultivo que poderiam visitar as flores e, assim, aumentar as taxas de polinização e produtividade dessa cultivar.

AGRADECIMENTOS — Agradecemos, de um modo especial, à Professora Maria Christina de Almeida e ao Professor Sebastião Laroca pela identificação das abelhas.

SUMÁRIO

Nesse trabalho foram estudadas a biologia reprodutiva de *Fragaria* × *ananassa* 'Aromas' e a diversidade de visitantes florais em áreas de produção orgânica e convencional que utilizavam o sistema de túnel baixo. Os estudos foram conduzidos no município de Rancho Queimado, Santa Catarina, Brasil, nos anos de 2007 e 2008. Foram realizados tratamentos de biologia floral e testes de polinização controlada nos morangueiros e coleta de visitantes florais nos morangueiros e nas plantas do entorno das áreas de produção. Os resultados demonstraram que as flores deste cultivar necessitam de insetos polinizadores para uma boa produção de morangos bem formados. Embora tenha se observado maior riqueza de insetos no sistema de produção orgânico, a abundância da maioria das espécies foi baixa, resultando em grande similaridade entre as áreas. *Apis mellifera* foi o polinizador mais importante dessa cultura nas áreas estudadas. Na vegetação de entorno da área de produção convencional foram amostradas 38 espécies de abelhas e na área de produção orgânica, 36, entretanto, a maioria das espécies não visitaram os morangueiros. Os resultados obtidos sugerem que existe potencial de aumento na

produção dessa cultivar em ambas as áreas de estudo, mas são necessárias medidas para ampliar as visitas das abelhas às flores, como o manejo adequado dos túneis baixos.

PALAVRAS CHAVE: polinizadores; morangueiros; abelhas

SUMMARY

In this work the reproductive biology of *Fragaria × ananassa* 'Aromas' and the diversity of floral visitors in areas of organic and conventional production under a low tunnel system were studied. The studies were conducted in the city of Rancho Queimado, Santa Catarina, Brazil, in the years 2007 and 2008. Floral biology treatments and controlled pollination tests were carried out on the strawberries. Collections of floral visitors were also carried out on the strawberries and plants surrounding the production areas. The results showed that the flowers of this cultivar need pollinating insects for a good production of well-formed strawberry fruits. Although greater insect richness was observed in the organic production system, the abundance of most species was low, resulting in great similarity between areas. *Apis mellifera* was the most important pollinator of this culture in the studied areas. In the vegetation surrounding the conventional production area, 38 species of bees were sampled, and in the organic production area, 36, however, most species did not visit the flowers of the strawberries. The results obtained suggest that there is a potential for increasing the production of this cultivar in both study areas, but measures are needed to increase the visits of bees to flowers, such as the proper management of low tunnels.

Keywords: pollinators; strawberries; bees.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, M. C. & S. LAROCA. 1988. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae): taxonomia, bionomia e relações tróficas em áreas restritas. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, 17 (1, 2, 3, 4): 67-108.
- ANTUNES, O. T.; E. O. CALVETE; H. C. ROCHA; A. A. NIENOW; D. CECCHETI; E. RIVA & R. E. MARAN. 2007. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. *Horticultura brasileira*, Brasília-DF, 25 (1): 94-99.
- ANTUNES, L. E. C.; A. D. CAMPOS; J. DUARTE FILHO; A. R. M. MEDEIROS & A. M. SANTOS. 2005. *Sistema de produção do morango*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Disponível em <<http://>

- sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap09.htm>. Acesso em 15 de jan. 2009.
- BARBOLA, I. F. & S. LAROCA. 1993. A comunidade de Apoidea (Hymenoptera) da reserva Passa Dois (Lapa, Paraná, Brasil): diversidade, abundância relativa e atividade sazonal. *Acta Biologica Paranaense*, Curitiba, 22 (1, 2, 3, 4): 91-113.
- BUCHMANN, S. L. & G. P. NABHAN. 1996. *The forgotten pollinators*. Washington: Island Press. 312 pp.
- CHAGNON, M.; J. GINGRAS & D. OLIVEIRA. 1989. Effect of honey bee (Hymenoptera: Apidae) visits on the pollination rate of strawberries. *Journal of Economic Entomology*, Oxford, 82 (5): 1350-1353.
- CONNOR, L. J. & E. C. MARTIN. 1973. Components of pollination of commercial strawberries in Michigan. *HortScience*, Alexandria, 8 (4): 304-306.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination Ecology: a practical approach*. Oxford: Oxford University Press. 250 pp.
- DAFNI, A. & M. M. MAUES. 1998. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity. *Sexual Plant Reproduction*, Berlin, 11 (3): 177-180.
- GALEN, C. & R. C. PLOWRIGHT. 1987. Testing the accuracy of using peroxidase activity to indicate stigma receptive. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, 65 (1): 107-111.
- GALLAI, N.; J. M. SALLES; J. SETTELE & B. E. VAISSIERE. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, Boston, 68 (3): 810-821.
- GILL, N. T. & K. C. VEAR. 1965. *Botânica agrícola*. Zaragoza: Editorial Acribia. 726 pp.
- GHAZOUL, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution*, London, 20 (7): 367-373.
- 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. 1976. The evolution of inbreeding in plants. *Annual Review of Ecology and Systematic*, Palo Alto, 7: 469-495.
- JAYCOX, E. R. 1970. Pollination of strawberries. *American Bee Journal*, Hamilton, 110: 176-177.
- KATO, M.; T. MATSUDA & Z. YAMASHITA. 1952. Associative ecology of insects found in paddy field cultivated by various planting forms. *Science Reports of Tohoku University, Sendai*, 19: 291-301.

- KEARNS, C. A. & D. W. INOUE. 1993. *Techniques for pollination biologists*. Niwot: University Press of Colorado. 583 pp.
- KLEIN, A. M.; I. STEFFAN-DEWENTER & T. TSCHARNTKE. 2003. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology*, Londres, 40 (5): p.837-845.
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological methodology*. 2.ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings. 620 pp.
- KREBS, J. R.; J. D. WILSON; R. B. BRADBURY & G. M. SIRIWARDENA. 1999. The second Silent Spring? *Nature*, Londres, 400:611-612.
- KRUG, C. & I. ALVES-DOS-SANTOS. 2008. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*, Londrina, 37 (3): 265-278.
- LAROCA, S. 1995. *Ecologia: princípios e métodos*. Petrópolis: Vozes. 197 pp.
- LAROCA, S. 1972. *Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e primeiro planalto paranaenses*. Tese de Mestrado. Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 61 pp.
- LAROCA, S. & A. I. ORTH. 2002. Melissocoenology: historical perspective, method of sampling, and recommendations to the “Program of conservation and sustainable use of pollinator, with emphasis on bees”. In KEVAN, P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (eds.). Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. *Ministry of Environment*, Brasília: 217-225.
- LOSEY, J. E. & M. VAUGHAN. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience*, Washington, 56 (4): 311-323.
- MALAGODI-BRAGA, K. S. 2002. *Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (Fragaria x ananassa Duchesne – Rosaceae)*. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia, São Paulo. 104p.
- MALAGODI-BRAGA, K. S. & A. M. P. KLEINERT. 2004. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? *Australian Journal of Agricultural Research*, Clayton South, 55 (7): 771-773.
- MALAGODI-BRAGA, K. S.; A. M. P. KLEINERT & V. L. IMPERATRIZ-FONSECA. 2004. Abelhas sem ferrão e polinização. *Revista Tecnologia e Ambiente*, Criciúma, 10 (2): 59-70.
- MALAGODI-BRAGA, K. S. & A. M. P. KLEINERT. 2007. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria x*

- ananassa* Duchesne) influencia a formação dos frutos? *Bioscience Journal*, Uberlândia, 23 (0): 76-81.
- MCGREGOR, S. E. 1976. *Insect pollination of cultivated crop plants*. Washington: Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture. 411p.
- MICHENER, C. D. 2000. *The Bees of the World*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 913 pp.
- ORTH, A. I. 1983. *Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais de macieira (Pyrus malus L.) (Rosaceae)*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 135 pp.
- ORTOLAN, S. M. L. S. & S. LAROCA. 1996. 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, 25 (1,2,3,4): 1-113.
- PETERSEN, S.; J. A. AXELSEN; K. TYBIRK; E. AUDE & P. VESTERGAARD. 2006. Effects of organic farming on field boundary vegetation in Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdã, 113 (1,2,3,4): 302-306.
- PRESTON, F. W. 1948. The commonness and rarity of species. *Ecology*, Washington, 29 (3): 254-283.
- RICHARDS, A. J. 1986. *Plant Breeding Systems*. Londres: Unwin & Allen. 529 pp.
- RICHARDS, A. J. 2001. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, Oxford, 88 (2): 165-172.
- ROBINSON, R. A. & W. J. SUTHERLAND. 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, Londres, 39 (1): 157-176.
- ROSELINO, A. C.; S. B. SANTOS; M. HRNCIR & L. R. BEGO. 2009. Differences between the quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, 8 (2): 539-545.
- ROUBIK, D. W. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, Paris, 37 (2): p.124-143.
- SAKAGAMI, S. F.; S. LAROCA & J. S. MOURE. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil: Preliminary Report. *Journal of the Faculty of Science Hokkaido University Series VI. Zoology*, Sapporo, 16(2): 253-291.

- SCHWARTZ-FILHO, D. & S. LAROCA. 1999. Comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, 28(1,2,3,4): 19-108.
- TAURA, H. M. & S. LAROCA. 2001. 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 Biológica Paranaense*, Curitiba, 30 (1, 2, 3, 4): 35-137.
- TAURA, H. M.; S. LAROCA; J. F. BARBOSA & J. RODRIGUES. 2007. Melissocenótica (Apoidea, Anthophila) no Parque Florestal dos Pioneiros, Maringá, PR (sul do Brasil): Parte II. Utilização de recursos florais. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, 36 (3,4): 175-192.
- THOMPSON, P. A. 1971. Environmental effects on pollination and receptacle development in strawberry. *Journal of Horticultural Science*, Londres, 46 (1): 1-12.
- WASER, N. M.; L. CHITTKA; M. V. PRICE; N. M. WILLIAMS & J. OLLERTON. 1996. Generalization in pollination systems and why it matters. *Ecology*, Washington, v. 77 (4): 1043-1060.
- WEISS, M. R. 1995. Floral color change: a widespread functional convergence. *American Journal of Botany*, Saint Louis, 82 (2): 167-185.
- ZEBROWSKA, J. 1998. Influence of pollination modes on yield components in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Plant Breeding*, Berlin, 117 (3).