



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

**POLINIZAÇÃO DIRIGIDA EM POMARES DE MACIEIRAS
(*Malus x domestica* Borkh) COM O USO DE COLMEIAS DE
Apis mellifera L**

DOUTORADO

James Arruda Salomé

**Florianópolis
2014**

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

James Arruda Salomé

POLINIZAÇÃO DIRIGIDA EM POMARES DE MACIEIRAS
(*Malus x domestica* Borkh) COM O USO DE COLMEIAS DE
***Apis mellifera* L**

Tese apresentada a Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Inácio Orth

Área de Concentração: Recursos Genéticos Vegetais.

Linha de pesquisa: Biologia reprodutiva de plantas.

Florianópolis
2014

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.**

Salomé, James Arruda

Polinização dirigida em pomares de macieiras (*Malus x domestica* Borkh) com o uso de colmeias de *Apis mellifera* L / James Arruda Salomé ; orientador, Afonso Inácio Orth – Florianópolis, SC, 2014.

137 p.

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

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Polinização. 3. *Malus x domestica* B. 4. *Apis mellifera* L. I. Orth, Afonso Inácio. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

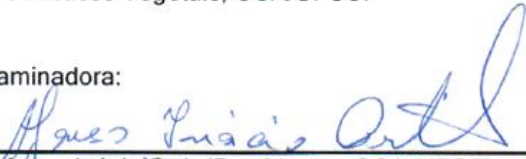
**Polinização dirigida em pomares de macieira
(*Malus x domestica* Borkh) com uso de
colmeias de *Apis mellifera***

por

James Arruda Salomé

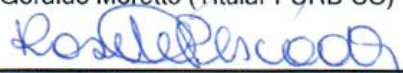
Tese julgada e aprovada em 28/11/2014, em sua forma final, pelo Orientador e membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.


Banca Examinadora:


Prof. Dr. Afonso Inácio Orth (Presidente - CCA-UFSC)

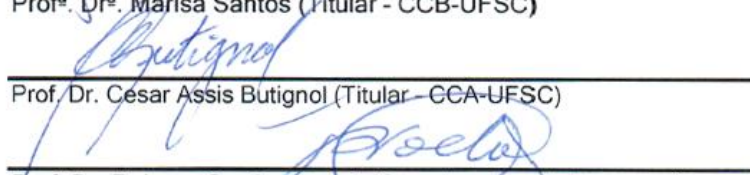

Dr. Ivan Dagoberto Faoro (Titular - EPAGRI-SC)


Prof. Dr. Geraldo Moretto (Titular FURB-SC)


Profª. Drª. Rosete Pescador (Titular - CCA-UFSC)


Profª. Drª. Marisa Santos (Titular - CCB-UFSC)


Prof. Dr. Cesar Assis Butignol (Titular - CCA-UFSC)


Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari (Coordenador do Programa)

Florianópolis, novembro de 2014

Dedico essa tese e todo o trabalho realizado para a sua conclusão, à minha família pela paciência da minha ausência no convívio, e a todos aqueles que acreditaram.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Afonso Inácio Orth pela paciência, incentivo e por compartilhar seus conhecimentos durante os quatro anos do trabalho.

Ao coordenador do Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Rubens Onofre Nodari, pelo incentivo durante minha permanência no programa.

À Bernardete Ribas pelo auxílio frequente nas questões administrativas durante o curso.

Ao professor Cesar Butignol pela participação na comissão examinadora e ajuda nos trabalhos de campo nos pomares em Bom Retiro.

À colaboração e participação do amigo Ivan Dagoberto Faoro que ajudou na construção da proposta.

Aos professores Geraldo Moretto, Rosete Pescador, Marisa Santos pela participação na comissão examinadora.

Aos colegas de Laboratório, Luci, Márcia, Maiara, Ricardo e o André que me incentivaram e ajudaram nos trabalhos.

À Pomesul, na pessoa de Jair Philippi Filho, que permitiu os trabalhos em pomares comerciais de sua empresa em Bom Retiro.

Aos técnicos dos pomares da Pomesul, Jobson, Aureliano, Thiago e Volnei que sempre incentivaram e auxiliaram nos trabalhos de campo.

Ao meu cunhado, Thiago, que auxiliou nas análises estatísticas.

RESUMO

A macieira é uma cultura que tem destaque socioeconômico no Brasil. Em 20 anos de produção comercial, o país se transformou de importador a exportador. ‘Fuji’ e ‘Gala’ e seus clones representam 46% e 45%, respectivamente do total da área plantada. Para atender a crescente demanda por maçãs, é necessário melhorar a qualidade e a produtividade, obtendo-se uma boa frutificação, que depende de polinização satisfatória e consequente fertilização das flores. A importância das abelhas como agentes polinizadores é relevante. A macieira, para superar a barreira da incompatibilidade gametofítica e proporcionar fecundação, necessita da transferência do pólen entre genótipos compatíveis quanto à série alélica “S” e tal transferência é feita por insetos polinizadores. A falta desses pode reduzir a produção de maçãs entre 90 e 100%. A abelha *Apis mellifera* é o principal inseto polinizador em pomares pela facilidade de manejo e de transporte das colmeias às áreas plantadas. O objetivo geral desse trabalho foi avaliar o atual sistema de polinização dirigida com colmeias de *Apis mellifera* em pomares de macieiras, buscando identificar a melhor densidade de colmeias no processo de polinização, com eficiência na frutificação efetiva. Para alcançar esse objetivo, foi necessário nos cvs. Fuji Suprema e Galaxy, quantificar abundância de flores; avaliar a produção de néctar e sua concentração de SST, e avaliar quantitativamente a produção de pólen nas flores. Foram quantificadas e qualificadas as visitas da abelha *Apis mellifera* nas flores e a sua relação com os índices de frutificação efetiva e do número de sementes nos frutos. Os trabalhos no campo foram realizados em pomares comerciais de macieiras nas Fazendas Santa Clara e Barreiro, no município de Bom Retiro, em Santa Catarina. A contagem de flores apontou maior número em ‘Galaxy’ (1.239,06 ± 482,51 flores/planta) do que em ‘Fuji Suprema’ (990,8 ± 390,92). A secreção de néctar indicou maiores volumes em ‘Galaxy’, atingindo até 2,64 ± 0,15 µL de néctar, que pode estar relacionado com as temperaturas ambientais. O maior teor de SST ocorreu em ‘Galaxy’ com 45 °Brix, enquanto em ‘Fuji Suprema’ indicou índice máximo de SST 33 °Brix. Flores de ‘Galaxy’ apresentaram maior número de grãos de pólen/flor (65.195,25 ± 19.706,69) do que em ‘Fuji Suprema’ (26.544,55 ± 11.050,71 grãos de pólen/flor). Tratamentos com diferentes manejos de colmeias, em 2013 e 2014, foram implantados nos pomares e divididos em controles, introduções sequenciais, e duplicação da densidade de colmeias com introduções sequenciais. Introduções

sequenciais com dupla densidade de colmeias em relação aos controles apresentaram maiores médias de frequências de visitas, principalmente em ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’. Maiores e melhores recursos florais com facilidade de coleta de néctar nas ‘lacunas basais’ nas flores desses cultivares podem ter influenciado as maiores frequências de visitas das abelhas às flores. A abordagem das abelhas tocando os órgãos reprodutivos da flor em comportamento de coleta por cima, pode determinar os índices de eficiência da polinização dirigida. Introduções sequenciais de colmeias, principalmente nos tratamentos com dupla densidade, aumentaram as frequências de visitas das abelhas às flores dos cultivares avaliados, e ampliaram as proporções de abelhas trabalhando por cima das flores, após as introduções de novas colmeias nos pomares. ‘Fuji Suprema’ por não apresentar facilidade de coleta de alimentos pelas abelhas pelos lados da flor, proporcionando visitas principalmente por cima das mesmas, pode ter influenciado as porcentagens de frutificação efetiva e do número de sementes produzidas por fruto, que foram superiores aos índices observados em ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’.

Palavras chave: Polinização. *Malus x domestica* B. *Apis mellifera* L.

ABSTRACT

The apple tree has been extremely important to the Brazilian economy and as the result of its production during 20 years the country become an exporter. The 'Fuji' and 'Gala' together with its clones represent 46% and 45% respectively of all cultivated area of apples. In order to meet the ever increasing demand for apples is necessary to improve the quality and productivity, resulting in a good fruiting coming from satisfactory pollination and subsequent fertilization of flowers. Among the pollinating insects, bees are the major pollinators. The apple tree to get over the fact of the gametophytic incompatibility and provide fertilization requires transfer of pollen between compatible genotypes regarding allelic series "S" and this transfer is mediated by pollinators insects; hence the production of apples without these insects can reduce from 90 % to 100 %. The *Apis mellifera* bees are the major pollinators for easily handling and quickly transportation from the hives to the cultivated crops. The main goal of this study is to investigate the current system of pollination direct to hives of honeybees in apple orchards, seeking to identify the best density of hives in the pollination process with efficiency in fruit set, while keeping the viability of the cultivated crop. In order to achieve this, it was necessary in cvs. Fuji Supreme Galaxy and quantify abundance of flowers; assessing nectar production and concentration of TSS, and evaluate quantitatively the production of pollen in flowers. The visits of honey bees on flowers and their relationship to the levels of fruit set and number of seeds in the fruits were quantified and qualifie. The work in the land was accomplished in commercial apple cultivars in Santa Clara and Barreiro Farms located in Bom Retiro, Santa Catarina. The number of flowers computed in the 'Galaxy' is $(1.239.06 \pm 482.51)$ flowers / plant) is greater than in the 'Fuji Suprema' (990.8 ± 390.92) . The secretion of nectar indicated larger volumes in the 'Galaxy' reaching up 2.64 ± 0.15 μ L of nectar which can be related to the natural temperatures. The highest TSS occurred in 'Galaxy' to 45 ° Brix, while in 'Fuji Suprema' stated maximum rate of TSS 33 ° Brix. The number of pollen grains per flower computed in the 'Galaxy' is $(65.195,25 \pm 19.706,69)$ is greater than in the 'Fuji Suprema' $(26.544.55 \pm 11050.71)$). In 2013 and 2014 were introduced several treatments in the crop, the orchards were divided into control, sequential introductions, and doubling the density of hives with sequential introductions. Sequential introductions with dual density hives compared to controls showed higher frequency of visits, mainly in

'Galaxy' and 'Imperial Gala'. The greatest and best resources flowers gathering nectar easily in the 'basal gaps' in the flowers of these cultivars may have influenced the higher frequency of visits of bees to the flowers. The approach of bees playing the reproductive organs of the flower foraging behavior above can determine the efficiency indices of pollination addressed. Sequential introductions of hives, especially in treatments with double density, increased frequency of visits of bees to flowers of the cultivars evaluated, and increased the proportions of topworking bees in flowers after the introductions of new hives in the orchards. By the fact of the 'Fuji Suprema' not showing a easy way of gathering feed by sideworking, then it implied more visitations for topworking, for which may have influenced the percentage of fruit set and number of seeds produced per fruit, which were higher than the rates observed in 'Galaxy' and 'Imperial Gala'.

Keywords: Pollination. *Malus x domestica* B. *Apis mellifera* L.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°Brix	– Graus Brix
C	– Controle
(C)	– visitas por cima nas flores.
cv.	– Cultivar
DD + IS	– Dupla densidade com introdução sequencial
ha	– Hectare
H0	– Hipótese nula
H1	– Hipótese um
H2	– Hipótese dois...
IS	– Introdução sequencial
l.	– Litros
(L)	– visitas pelos lados nas flores
m	– Metros
mm	– Milímetros
µL	– Microlitros
Nº	– Número
Q.1	– Quadra um
Q.2	– Quadra dois...
SST	– Sólidos Solúveis Totais
T1	– Tratamento 1
T2	– Tratamento 2
T3	– Tratamento 3

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classes fenológicas do florescimento de macieiras dos cultivares Galaxy (F1, F2, F3, F4) e Fuji Suprema (F5, F6, F7).....	28
Figura 2 - Área de estudo	47
Figura 3 - Disposição dos cultivares Fuji Suprema (FS) e Galaxy (G) na Fazenda Santa Clara.	48
Figura 4 - Disposição do cultivar Fuji Suprema (FS) e do cultivar Imperial Gala (IG) na Fazenda Barreiro.....	49
Figura 5 - Dados climáticos entre os dias 20/09/2012 e 04/10/2012.....	50
Figura 6 - Dados climáticos entre os dias 02/10/2013 e 17/10/2013.....	51
Figura 7 - Número médio de flores nas plantas dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy dos pomares de macieiras, na Fazenda Santa Clara em 2012.	62
Figura 8 - Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) em doze amostras de néctar potencial de flores ensacadas nos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, no município de Bom Retiro/SC, em 2012	65
Figura 9 - Atividade de voo das abelhas nas colmeias, por minuto, em função das temperaturas ambientais (°C) registradas próximas às áreas de avaliações da quantificação de abelhas, em plantas de macieiras entre os dias 04/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC.	90
Figura 10 - Tipos de visitas de <i>Apis mellifera</i> em flores de ‘Fuji Suprema’ nos tratamentos T1 (C), T2 (IS), T3 (DD + IS) entre os dias 27/09/2012 e 04/10/2012, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.	93
Figura 11 - Tipos de visitas de <i>Apis mellifera</i> em flores de ‘Galaxy’ nos tratamentos T1 (C), T2 (IS), T3 (DD + IS) entre os dias 27/09/2012 e 04/10/2012, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.....	94
Figura 12 - Tipos de visitas de <i>Apis mellifera</i> em flores de ‘Fuji Suprema’ nos tratamentos T1 (C) e T2 (IS), entre os dias 04/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores	95
Figura 13 - Tipos de visitas de <i>Apis mellifera</i> em flores de ‘Galaxy’ nos tratamentos T1 (C), e T2 (IS), entre os dias 04/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.	96

Figura 14 - Tipos de visitas de <i>Apis mellifera</i> em flores de ‘Fuji Suprema’ nos tratamentos T1 (C) entre os dias 12/10/2013 e 16/10/2013, e T2 (IS), entre os dias 05/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Barreiro, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.....	97
Figura 15 - Tipos de visitas de <i>Apis mellifera</i> em flores de ‘Imperial Gala’ nos tratamentos T1 (C) entre os dias 12/10/2013 e 16/10/2013, e T2 (IS), entre os dias 05/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Barreiro, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.	98
Figura 16 - Inserção regular dos filetes ao redor do nectário de flor de ‘Fuji Suprema’, em Bom Retiro/SC, em 2013.	99
Figura 17 - Inserção irregular dos filetes ao redor do nectário de flor de ‘Galaxy’, com a formação de ‘lacunas basais’, em Bom Retiro/SC, em 2013.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de colmeias distribuídas por hectare de pomar de macieiras em diferentes regiões do mundo para promover eficiência na polinização dirigida, e as respectivas referências dos trabalhos realizados entre os anos de 1976 e 2011.....	35
Tabela 2 - Volume (μL) de néctar potencial nas flores do cv. Galaxy e do cv. Fuji Suprema, nos dias 20, 21, 28, 29/09/2012 e no dia 04/10/2012 em pomar de macieiras no município de Bom Retiro/SC ..	64
Tabela 3 - Número médio de grãos de pólen por antera, número médio de anteras por flor, e número médio de grãos de pólen por flor, na classe fenológica F1, dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, em Bom Retiro/SC, em 2012.	67
Tabela 4 - Frequências médias de visitação de <i>Apis mellifera</i> às flores de plantas de macieiras dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy em três (3) tratamentos (Tratamento 1 - T1. Controle (C); Tratamento 2 - T2. Introdução Sequencial (IS); e Tratamento 3 - T3. Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS)) no período de 27/09/2012 a 04/10/2012, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC, em 2012.	84
Tabela 5 - Frequências médias de visitação de <i>Apis mellifera</i> às flores de plantas de macieiras dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy em dois tratamentos: Tratamento 1 - T1. Controle (C); Tratamento 2 - T2. Introdução Sequencial (IS) no período de 04/10/2013 a 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC, em 2013.	86
Tabela 6 - Frequências médias de visitação de <i>Apis mellifera</i> às flores de plantas de macieiras dos cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala em dois tratamentos (Tratamento 1 - T1). Controle (C) no período de 12/10/2013 a 16/10/2013; Tratamento 2 – T2. Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS), no período de 05/10/2013 a 10/10/2013, em pomar na Fazenda Barreiro, em Bom Retiro/SC, 2013.	88
Tabela 7 - Frutificação efetiva (%) em plantas dos cultivares Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala na Fazenda Santa Clara e na Fazenda Barreiro, de acordo com diferentes tratamentos em 2012 e 2013, em Bom Retiro/SC.	113
Tabela 8 - Avaliação do número médio de sementes em frutos dos cultivares Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala em diferentes tratamentos, nos anos de 2013 e 2014, em Bom Retiro/SC.	117

Tabela 9 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 27/09/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.	131
Tabela 10 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 29/09/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.	131
Tabela 11 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 02/10/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.	131
Tabela 12 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 04/10/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.	132
Tabela 13 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 04/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.	132
Tabela 14 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 05/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.	132
Tabela 15 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 06/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.	133
Tabela 16 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 07/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.	133
Tabela 17 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 08/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.	133
Tabela 18 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 10/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.	134

Tabela 19 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Imperial Gala’ nos dias 05/10/2013 e 12/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.....	134
Tabela 20 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Imperial Gala’ nos dias 06/10/2013 e 13/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.....	134
Tabela 21 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Imperial Gala’ nos dias 07/10/2013 e 14/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.....	135
Tabela 22 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Imperial Gala’ nos dias 09/10/2013 e 15/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.....	135
Tabela 23 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Imperial Gala’ nos dias 10/10/2013 e 16/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.....	135
Tabela 24 - Análise de variância na frutificação efetivados cultivares Fuji Suprema e Galaxy, no dia 23/10/2012, em diferentes tratamentos na Fazenda Santa Clara. Bom Retiro, 2012.....	136
Tabela 25 - Análise de variância na frutificação efetivados cultivares Fuji Suprema e Galaxy, no dia 06/11/2013, em diferentes tratamentos na Fazenda Santa Clara. Bom Retiro, 2013.....	136
Tabela 26 - Análise de variância na frutificação efetivados cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala, no dia 06/11/2013, em diferentes tratamentos na Fazenda Barreiro. Bom Retiro, 2013.....	136
Tabela 27 - Análise de variância no número de sementes em frutos dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, nos dias 28/01/2013 e 07/03/2013, em diferentes tratamentos na Fazenda Santa Clara. Bom Retiro, 2013.....	137
Tabela 28 - Análise de variância no número de sementes em frutos dos cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala, nos dias 15/02/2014 e 22/03/2014, em diferentes tratamentos na Fazenda Barreiro. Bom Retiro, 2014.....	137

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 FENOLOGIA DA FLORAÇÃO DE <i>Malus x domestica</i>	27
2.2 AUTOINCOMPATIBILIDADE E POLINIZAÇÃO CRUZADA EM MACIEIRAS.....	29
2.3 <i>Apis mellifera</i> : SUA IMPORTÂNCIA COMO AGENTE POLINIZADOR.....	30
2.4 POLINIZAÇÃO EM POMARES DE MACIEIRAS.....	32
2.5 OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	35
2.5.1 Objetivo geral.....	35
2.5.1 Objetivos específicos.....	35
REFERÊNCIAS	38
3 ÁREA DE ESTUDO	47
REFERÊNCIAS	53
CAPÍTULO I	55
4 QUANTIFICAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE FLORES E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS TRÓFICOS PARA OS VISITANTES FLORAIS E POLINIZADORES NA MACIEIRA	55
4.1 INTRODUÇÃO.....	57
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
4.2.1 Quantificação da abundância de flores.....	59
4.2.2 Néctar potencial.....	60
4.2.3 Sólidos Solúveis Totais (SST - °Brix).....	60
4.2.4 Número de grãos de pólen nas flores.....	60
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.4 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS	70
CAPÍTULO II	75
5 QUANTIFICAÇÃO E COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DE <i>Apis mellifera</i> NAS VISITAS ÀS FLORES DE ‘FUJI SUPREMA’, ‘GALAXY’ E ‘IMPERIAL GALA’	75
5.1 INTRODUÇÃO.....	78
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	80
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
5.4 CONCLUSÕES.....	101
REFERÊNCIAS	102

CAPÍTULO III	107
6 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E AVALIAÇÃO DE SEMENTES EM FRUTOS NOS CVS. FUJI SUPREMA, GALAXY E IMPERIAL GALA	107
6.1 INTRODUÇÃO.....	109
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	110
6.2.1 Frutificação efetiva	110
6.2.2 Número de sementes nos frutos	111
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	112
6.4 CONCLUSÕES.....	119
REFERÊNCIAS	121
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
APÊNDICE A: Frequências de visitação de abelhas às flores	131
APÊNDICE B: Frutificação efetiva	136
APÊNDICE C: Número de sementes	137

1 INTRODUÇÃO

A macieira pertence à família Rosaceae, subfamília Pomoidae, gênero *Malus*, com 33 espécies (WATKINS, 1995). O centro de origem da macieira é a Ásia Central, com pelo menos 25 espécies nativas de *Malus* (JUNIPER et al., 1999), e o centro de diversidade é o mesmo centro de origem, e possui grande diversidade de espécies de macieiras selvagens.

Entretanto, as condições climáticas podem limitar o cultivo da macieira no Brasil e na região Sul. Temperaturas baixas e contínuas no inverno são indispensáveis para que as plantas iniciem um novo ciclo vegetativo, com brotação e floração normais. As temperaturas da primavera e verão também influenciam o desenvolvimento e a produção de frutos (CARDOSO et al., 2012).

A expansão da cultura da macieira no Brasil se deve principalmente aos programas de melhoramento genético para obtenção de cultivares adaptadas às regiões de cultivo e às exigências dos consumidores (PATAS et al., 2012). Os cultivares Fuji e Gala substituíram os cultivares inicialmente plantados. A partir de 1980, foram introduzidos clones destes cultivares, com melhor coloração, como ‘Fuji Suprema’, ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’, os quais possibilitaram viabilizar a exportação e, assim, atender às exigências do mercado externo.

A fruticultura de clima temperado, sobretudo a cultura da macieira, tem uma grande importância econômica nos três estados do sul do Brasil. Em algumas regiões produtoras, proporcionou seu desenvolvimento (KOVALESKI; DOS SANTOS, 2012). Convém acrescentar que a produção nacional de maçãs encontra-se localizada principalmente em quatro estados brasileiros. Santa Catarina consta como o segundo maior estado produtor, com uma área de plantio de 18.493ha e uma produção de 530.601ton. na safra de 2013 (IBGE, 2013). Os principais municípios produtores no estado de Santa Catarina são Fraiburgo e São Joaquim.

A maçã é considerada a fruta de clima temperado mais importante comercializada como fruta fresca, tanto no contexto internacional, quanto no mercado interno (TESSMER, 2009). Em 2012, a produção nacional de maçãs foi de 1.335.478 toneladas, destinado 1.121.013 toneladas para o consumo interno, e 214.465 toneladas para exportação (MAPA, 2013). Para atender à crescente demanda por maçãs, é essencial melhorar a qualidade e a produtividade. Para isso, é necessária uma boa

frutificação, que depende de polinização satisfatória e consequente fertilização das flores (ANTUNES, 2008).

Os insetos ocupam lugar de destaque no serviço de polinização, em especial a abelha melífera (*Apis mellifera*). Ela é o inseto mais estudado e conhecido vetor de pólen e o mais importante polinizador das angiospermas (LAROCA; ALMEIDA, 1985). A importância das abelhas como agentes polinizadores é de relevância, pois estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha.

A macieira, para superar a barreira da incompatibilidade gametofítica e proporcionar fecundação das flores, necessita da transferência de pólen entre genótipos compatíveis quanto à série alélica "S". Essa transferência é intermediada por insetos polinizadores (FAORO, 2009).

Delaplane e Mayer (2000) alertam que a falta de polinizadores pode reduzir a produção de maçãs entre 90 e 100%. Populações de insetos polinizadores em diversas áreas no mundo estão sendo reduzidas a níveis abaixo dos quais é possível sustentar adequadamente os serviços de polinização (FAO, 2004). A riqueza de diferentes agentes polinizadores nativos declinou com a intensificação da produção agrícola, provavelmente por degradação do ambiente natural e pelo uso de agrotóxicos, tornando a abelha *Apis mellifera* o principal agente de serviços de polinização dirigida. Essa importância se deve à sua ampla dispersão geográfica, à facilidade de manejo das colmeias, e à visita de um número relativamente elevado de flores de diferentes cultivos em um só dia (PATRON, 2010). Assim, a polinização cruzada, necessária à frutificação efetiva nas macieiras, ocorre com o uso de colmeias de *Apis mellifera*.

Os trabalhos relacionados à polinização dirigida em macieiras com o uso de colmeias no Brasil são escassos. Atualmente, o número de colmeias por hectare acompanha o modelo desenvolvido na década de 1970. Um dos trabalhos neste campo foi realizado no município de Fraiburgo, em pomares de macieiras de 'Golden Delicious', 'Starkrinson Spur', e 'Golden Spur' (WIESE, 1974). A densidade de plantio utilizada era de 600 árvores/ha, com número médio de 334 flores/planta, e a recomendação era de um número variável de colmeias, entre 0,5 - 2 colmeias/ha, de acordo com a idade dos pomares.

O número ideal de colmeias usadas por hectare no sistema atual de produção das principais frutíferas de clima temperado no Brasil é amplamente discutível. Nos sistemas de condução em alta densidade (2.500 plantas/ha ou mais), o número de flores por área de pomar é

maior do que no passado, e precisa de maior quantidade de abelhas para realizar a polinização.

Nesse contexto, há necessidade de estudos para avaliar os sistemas atuais de polinização dirigida praticados em pomares de macieiras com a utilização de colmeias de *Apis mellifera*, como forma de promover maior frutificação efetiva. Esses estudos subsidiarão a compreensão da realidade da polinização em pomares de macieiras, e poderão auxiliar no desenvolvimento de diretrizes técnicas e científicas com o objetivo de melhorar a eficiência na frutificação efetiva, e a qualidade e quantidade de frutos produzidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FENOLOGIA DA FLORAÇÃO DE *Malus x domestica*

As flores de macieiras são brancas ou rosadas. Estão dispostas em umbela, com número variável de cinco a oito flores, pentâmeras, actinomorfas, hermafroditas, com o cálice persistente e a corola caduca (MELO 2011). Possuem um revestimento protetor externo, as sépalas, apêndices normalmente atraentes para os insetos, as pétalas, as anteras, estruturas que contêm os micrósporos, e os óvulos, protegidos dentro dos carpelos. Os gametas verdadeiros são o núcleo espermático e a oosfera.

As flores de muitos cultivares de macieiras são epígenas e hermafroditas, e contem cinco sépalas, cinco pétalas, três verticilos de estames, em ordem centrípeta, e um gineceu sincárpico com cinco lóculos típicos, cada um com dois a quatro óvulos. E esses, quando fertilizados, desenvolvem-se e originam as sementes (IUCHI, 2002).

Quanto à fenologia da floração, é possível determinar as classes fenológicas da flor da macieira, de acordo com Faoro (2009), que trabalhou com a biologia reprodutiva da pereira japonesa, e estabeleceu classes fenológicas da flor para essa fruteira, que pode ser adaptada às flores de macieiras, como demonstra a Figura 1.



Figura 1- Classes fenológicas do florescimento de macieiras dos cultivares Galaxy (F1, F2, F3, F4) e Fuji Suprema (F5, F6, F7).

Fonte: Salomé (2012).

* Relacionadas à floração (polinização) em pomar localizado no município de Bom Retiro/SC. F1 – botão floral em fase “balão”, imediatamente antes de sua antese; F2 – botão floral recém-aberto com as pétalas ainda curvadas; F3 – botão floral com pétalas bem estendidas e todas as anteras de cor creme; F4 – botão floral com pétalas bem estendidas com três até a metade das anteras de cor marrom; F5 – botão floral com pétalas bem estendidas e com mais da metade ou todas as anteras de cor marrom; F6 – botão floral com uma ou mais pétalas caídas e todas as anteras de cor marrom; F7 – botão floral sem pétalas e todas as anteras de cor marrom. Adaptado de Faoro (2009).

2.2 AUTOINCOMPATIBILIDADE E POLINIZAÇÃO CRUZADA EM MACIEIRAS

A autoincompatibilidade é um mecanismo importante que determina a alogamia, pois impede que plantas produtoras de gametas masculinos e femininos funcionais produzam sementes quando polinizadas, fato relativamente comum na natureza (MATHER, 1953; ROWLANDS, 1964; NETTANCOURT, 1977). Estima-se que mais da metade das espécies das angiospermas apresentem algum tipo de autoincompatibilidade (NEWBIGIN et al., 1994).

Em Rosaceae, é comum a ocorrência de autoincompatibilidade, pois o tubo polínico expressa um dos alelos S e, em contato com o pistilo, com expressão deste mesmo alelo, o desenvolvimento do tubo polínico é paralisado (BATLLE et al., 1995; BROOHTAERTS et al., 1995; DANTAS et al., 2005).

Em macieiras ocorre autoincompatibilidade do tipo gametofítica, e esta é geneticamente controlada sempre que o pólen e o estigma apresentem o mesmo alelo S. Quando os alelos são idênticos, o crescimento do tubo polínico é lento ou nulo, de tal forma que a sua penetração no ovário é retardada ou impedida (NETTANCOURT, 1977; ALBUQUERQUE JÚNIOR et al., 2010; SAKURAI et al., 2000). O mecanismo de inibição ocorre se o determinante feminino é uma RNase, a S-RNase. As S-RNases se expressam exclusivamente no pistilo, em que as proteínas estão localizadas principalmente na parte superior do estilete onde ocorre a inibição. As RNases degradam o RNA do tubo polínico do mesmo genótipo S (TAKAYAMA; ISOGAI, 2005).

Para ocorrer a fertilização das flores, é necessário que as plantas polinizadoras possuam pólen compatível e coincidência da data da floração no ciclo da cultura. A macieira requer polinização cruzada para produção comercial, e necessita que haja plantio de duas ou mais cultivares no mesmo pomar com período de floração coincidente (WEIRTHEIM; SCHIMDT, 2005). Grandes rendimentos com a cultura da macieira só podem ser esperados se as condições para polinização e fecundação forem favoráveis (PETRI; LEITE, 2008).

Problemas relacionados à polinização e à fecundação podem reduzir tanto a produção quanto a qualidade de frutos em razão da diminuição da frutificação efetiva e do número de sementes que são formadas por fruto (FREE, 1993; BRAULT; OLIVEIRA, 1995; KEULEMANS et al., 1996).

Os cultivares polinizadores devem apresentar compatibilidade do alelo-S com o cultivar produtor, produzir pólen viável, além de ter florescimento coincidente com o cultivar a ser polinizado (NEVES et al., 1997; CERTAL et al., 1999; CAMILO; DENARDI, 2006) e com regularidade de florescimento em todos os anos. A baixa frutificação efetiva ou a baixa produção muitas vezes podem ser decorrentes de polinização deficiente, devido à escolha inadequada das plantas polinizadoras e a não coincidência de floração entre os cultivares utilizados (NACHTIGALL, 2011).

Albuquerque Júnior et al. (2010) realizaram estudos sobre a avaliação do desenvolvimento do tubo polínico em cruzamentos compostos por diferentes cultivares de macieiras desenvolvidos no Brasil. O resultado deste trabalho em relação às principais cultivares comerciais plantadas em Santa Catarina determinou a porcentagem da formação de tubos polínicos em diferentes cruzamentos, e mostrou a importância da polinização cruzada, com cultivares compatíveis.

É comum o uso de dois cultivares produtores para facilitar o manejo do pomar. Os plantios que envolvem dois cultivares produtores (compatíveis entre si) deverão ser, portanto, completados com um terceiro cultivar polinizador compatível, que deverá participar com 5% do número de plantas do pomar (EPAGRI, 2006).

2.3 *Apis mellifera*: SUA IMPORTÂNCIA COMO AGENTE POLINIZADOR

Há uma estimativa de 30 mil espécies de abelhas em todo o mundo. A grande maioria destas espécies é solitária e não produz ninhos com grande número de indivíduos. Um dos gêneros bem conhecido é o *Apis*, o qual é composto por oito espécies, entre elas, a *Apis mellifera*, composta de 24 subespécies (BUCHMANN, 2005).

Segundo Gonçalves (2006), no Brasil, após a introdução inicial de subespécies de *Apis mellifera* oriundas da Europa, no ano de 1956, foi trazida ao território nacional *Apis mellifera scutellata*, natural do continente africano. Atualmente, no Brasil, as abelhas com ferrão criadas em colmeias racionais são abelhas poli-híbridas africanizadas, resultantes dos acasalamentos naturais das abelhas africanas (*Apis mellifera scutellata*) com as demais abelhas melíferas também importadas anteriormente, as alemãs (*Apis mellifera mellifera*), as italianas (*Apis mellifera ligustica*) e as carniólas (*Apis mellifera carnica*).

De acordo com Sanford (2006), os atributos mais importantes da abelha africanizada do Brasil são: o aumento do comportamento higiênico, a eficiente atividade de forrageio, a maior resistência natural contra pragas e doenças, e a capacidade de realizar uma polinização superior em áreas intensamente cultivadas.

Segundo Abrol (2012), as abelhas melíferas mantêm unidades sociais com milhares de indivíduos, em que boa parte deles sai ao campo para os serviços de coleta de alimentos. As abelhas melíferas possuem peças bucais especializadas para coletar néctar em diferentes tipos de flores, com bom volume de armazenagem e transporte de néctar na vesícula melífera. Possuem pelos ramificados no corpo, além de corbículas no último par de pernas, para a coleta e o transporte de pólen para a colmeia. Essas abelhas também possuem eficiente sistema de comunicação por meio de danças e de feromônios que transmitem informações precisas sobre as fontes de alimentos que se encontram ao seu alcance. Milhares de colmeias podem ser transportadas facilmente, em poucos dias, até os cultivos com necessidade de polinização entomófila.

A polinização realizada por abelhas é considerada um serviço ecossistêmico importante para a manutenção da biodiversidade. Também contribui significativamente para incrementar os índices de produtividade de diversas culturas agrícolas de importância econômica. As abelhas são consideradas os polinizadores mais importantes, respondem por 90% do sucesso reprodutivo das plantas com flores (BALESTIERI et al., 2002). Na agricultura, são também os insetos mais eficientes (FREE, 1993). No entanto, dentre as espécies de abelhas descritas em todo o mundo, poucas são manejadas comercialmente como polinizadores de plantas cultivadas, como a *Apis mellifera* (BOSCH; KEMP, 2002).

O valor econômico da polinização realizada por insetos, principalmente pelas abelhas, na agricultura, pode ser estimado com base na abundância e no valor de mercado das culturas polinizadas (SADEH et al., 2007). Em escala global, o valor anual da polinização agrícola tem sido estimado em US\$ 200 bilhões (SLAA et al., 2006). Nos Estados Unidos, por exemplo, o valor da polinização de culturas agrícolas foi estimado em US\$ 14,6 bilhões por ano. Desse valor, US\$ 3 bilhões correspondem ao serviço de polinização realizado por polinizadores nativos, e a maior parte (US\$ 11,6 bilhões) é devido à *Apis mellifera* (MORSE; CALDERONE, 2000).

Na apicultura comercial, as abelhas são alojadas em colmeias geralmente construídas em madeira, compostas por um fundo, uma

câmara de criação, um número variável de melgueiras, as quais servem para o depósito e a armazenagem de mel e uma tampa. Existem vários modelos de colmeias, entre eles o modelo americano inventado por Lorenzo Lorrain Langstroth em 1852, o qual é recomendado pela Confederação Brasileira de Apicultura para a produção apícola (PEREIRA et al., 2003).

A manutenção de abelhas em colmeias facilita a intervenção do apicultor e permite a inspeção detalhada de toda a parte interna. Com o uso de telas de transporte, é possível transferir colmeias e realizar, assim, a apicultura migratória de uma região à outra. Nessa, os enxames são transportados para culturas agrícolas de interesse econômico e podem aumentar consideravelmente a produção dos frutos (VIEIRA et al., 2004).

2.4 POLINIZAÇÃO EM POMARES DE MACIEIRAS

Polinização é o evento-chave na reprodução das plantas e age no estímulo ao crescimento e desenvolvimento de frutos e sementes (DONG et al., 1998). Representa a transferência do grão de pólen da antera para o estigma da flor.

Segundo Jensen (1973), o grão de pólen, uma vez depositado sobre o estigma de uma flor, germina em poucas horas, com a formação do tubo polínico. Na ocorrência de compatibilidade gametofítica entre o estigma e o tubo polínico, este prossegue através dos tecidos do estigma e estilete até atingir o óvulo e ocorre, então, a fecundação, a fertilização do óvulo e a consequente formação de sementes.

A necessidade de polinização cruzada em plantas alógamas, inclusive na macieira, representa um processo de sequências e interações complexas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, as quais são influenciadas pelas condições climáticas e por fatores genéticos das plantas (ORTH et al., 2005).

A interação entre os insetos e as plantas garantiu aos vegetais o sucesso na polinização cruzada, que representa uma importante adaptação evolutiva das plantas, pois aumenta o vigor das espécies, possibilita novas combinações de fatores hereditários e aumenta a produção de frutos e sementes (COUTO; COUTO, 2002). Em vários locais, a ampliação das áreas cultivadas com número limitado de espécies vegetais, com florescimento em uma mesma época e a redução de insetos nativos pela ação do homem, aumentou a dependência das plantas pela polinização dirigida (COUTO; COUTO, 2007).

A polinização dirigida é a utilização de um recurso disponível, no caso as abelhas, direcionando-as de modo específico para as flores de interesse. Pela sua facilidade de manejo e grande população de abelhas campeiras que visitam um número relativamente alto de flores de diferentes cultivos em um só dia, as abelhas melíferas são importantes componentes nos processos de polinização dirigida (PATRON, 2010).

Em pomares de macieiras, a ocorrência de florescimento simultâneo dos cultivares polinizadores e produtores e com condições ambientais favoráveis, há transferência de pólen entre os cultivares implantados no pomar e promoção da ocorrência de elevados índices de frutificação efetiva (SOLTÉSZ, 2003).

O uso de agentes polinizadores em áreas cultivadas é uma atividade complexa, uma vez que exige bons conhecimentos sobre fisiologia de plantas, requerimentos de polinização da cultura em questão, biologia e eficiência polinizadora do inseto usado. Esses conhecimentos, por parte de quem se propõe a trabalhar com polinização, são de fundamental importância para o sucesso da atividade (FREITAS, 1998).

A abelha *Apis mellifera*, cujo manejo para a polinização dirigida é comum em boa parte do mundo é uma espécie generalista como outras espécies de abelhas nativas; porém, as abelhas operárias trabalham individualmente e, de preferência, sobre a mesma fonte de néctar e de pólen, tornando-se progressivamente mais eficientes no forrageio e, talvez por isso, mais importantes para a polinização cruzada (MALAGODI-BRAGA, 2005).

A intensidade e a eficiência da polinização são dependentes de vários fatores, tais como alimentos ricos em energia, minerais, proteínas e vitaminas para a nutrição e a saúde das abelhas adultas e de suas larvas (WOLFF, 2008).

Experimentos têm evidenciado que o comportamento da abelha por ocasião da visita à flor é importante para assegurar uma boa polinização cruzada. Primeiramente, é necessário saber se o recurso ofertado (néctar e pólen) às abelhas é satisfatório (LABARE, 2000); também é desejável que as abelhas se desloquem continuamente entre diferentes árvores para oportunizar uma melhor deposição do grão de pólen certo sobre o estigma das flores. Uma diminuição dos recursos florais, obtido, por exemplo, com o aumento de densidade de colmeias nos pomares, vai forçar as abelhas coletoras a um deslocamento mais retilíneo e, portanto, a um maior deslocamento entre árvores.

Por ocasião da visita às flores, as abelhas coletoras de pólen são também mais eficientes polinizadoras do que as abelhas coletoras de

néctar, pois sempre abordam a flor pelo topo, tocando estigmas e anteras. As abelhas coletoras de néctar podem obter este recurso floral geralmente por um posicionamento lateral, sobre as pétalas, sem haver contato do corpo do inseto com anteras e estigmas (ROBISON, 1980).

Embora no Brasil o aluguel de colmeias não seja uma prática comum, nos últimos anos tem crescido o interesse dos produtores agrícolas pelo uso das abelhas para aumentar a produção. Os fruticultores utilizam colmeias de *Apis mellifera* para realizar a polinização dirigida em pomares com frutas de clima temperado, pois conhecem sua importância para a frutificação (VIEIRA et al., 2004).

Delaney e Tarp (2008) recomendaram que as colmeias direcionadas aos serviços de polinização dirigida, em seu interior, tivessem de seis a oito favos cobertos com abelhas adultas, e que o transporte das mesmas aos pomares fosse executado apenas com uma proporção de 5-10% de flores abertas ou em pós-antese.

Existem variações quanto à indicação de densidade de colmeias distribuídas nos pomares de macieiras para promover a polinização cruzada a qual pode variar devido às condições do clima local, à densidade do plantio de macieiras, aos cultivares implantados, ao número de flores nas plantas, e ao tamanho da população de abelhas nas colmeias polinizadoras.

Algumas constatações de trabalhos realizados sobre densidade de colmeias em pomares de macieiras para proporcionar eficiência na polinização são observadas na tabela 1.

Tabela 1 - Número de colmeias distribuídas por hectare de pomar de macieiras em diferentes regiões do mundo para promover eficiência na polinização dirigida, e as respectivas referências dos trabalhos realizados entre os anos de 1976 e 2011

Nº de colmeias/ha	Referência
0,25 – 5	Delaney eTarpy (2008)
1 – 2	Spivak (2005)
2	Bornuset al. (1976)
2	Wiese (1981)
2	Gaus e Larsen (2009)
2,5	Paranhos et al. (1998)
3 – 5	Degrandi-Hoffman et al. (1985)
4	Simidchiev (1981)
4	Garcia (1987)
4 – 12	Mayer (1983)
5	Jankovic e Kulincevic (1985)
5	Goodman (1994)
10	Palacios (2011)

Em razão dos dados expostos, percebe-se a necessidade de definir o correto manejo de colmeias para promover maior frutificação efetiva nas plantas nas áreas produtoras de maçãs no estado de Santa Catarina. Por meio deste manejo será possível viabilizar melhores índices de frutificação efetiva nos pomares comerciais.

2.5 OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.5.1 Objetivo geral

Avaliar o sistema atual de polinização dirigida com colmeias de *Apis mellifera* em pomares de três cultivares de macieiras duas Fazendas em Santa Catarina, e identificar estratégias de manejo de colmeias no processo, para aumentar a frutificação efetiva.

2.5.1 Objetivos específicos

Objetivo 1: Quantificar a abundância de flores em plantas dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy.

Hipótese 1: Existem diferenças entre o número médio de flores das plantas dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy.

H0 - Não há diferenças significativas no número médio de flores

entre plantas dos dois cultivares.

H1 - O cultivar Fuji Suprema apresenta maior número médio de flores por planta.

H2 - O cultivar Galaxy apresenta maior número médio de flores por planta.

Objetivo 2: Avaliar quantitativamente a produção de néctar e a concentração de Sólidos Solúveis Totais (SST em °Brix) nas flores dos cultivares avaliados.

Hipótese 2: As flores de ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ oferecem néctar como atrativo aos visitantes florais e polinizadores.

H0 - Não há diferença significativa na quantidade e no teor em Sólidos Solúveis Totais (SST) do néctar entre as flores dos dois cultivares.

H1 - Flores de ‘Fuji Suprema’ oferecem mais néctar aos polinizadores.

H2 - Flores de ‘Galaxy’ oferecem mais néctar aos polinizadores.

H3 - Flores de ‘Fuji Suprema’ possuem maior teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) no néctar.

H4 - Flores de ‘Galaxy’ possuem maior teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) no néctar.

Objetivo 3: Avaliar quantitativamente a produção de pólen nas flores dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy.

Hipótese 3: As flores de ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ oferecem pólen como atrativo aos visitantes florais e polinizadores.

H0 - Não há diferença significativa no número médio de grãos de pólen nas flores dos dois cultivares.

H1 - A maior quantidade de grãos de pólen nas flores de ‘Fuji Suprema’ promove-o como melhor polinizador.

H2 - A maior quantidade de grãos de pólen nas flores de ‘Galaxy’ promove-o como melhor polinizador.

Objetivo 4: Quantificar e qualificar as visitas de *Apis mellifera* nas flores dos cultivares avaliados com diferentes manejos das colmeias.

Hipótese 4: Há diferenças na quantidade de abelhas e no padrão de comportamento de forrageio, na busca de recursos florais nos cultivares Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala.

H0 - Não há diferenças na quantidade de visitas e no padrão de comportamento de forrageio das abelhas nas flores dos cultivares.

H1 - Há diferenças na quantidade e no padrão de comportamento

de forrageio das abelhas nas flores dos cultivares.

Objetivo 5: Determinar os índices de frutificação efetiva nas áreas de estudos com diferentes manejos das colmeias.

Hipótese 5: Os manejos das colmeias instaladas nos pomares afetam a polinização dirigida e a frutificação efetiva.

H0 - O atual manejo das colmeias promove eficiência na polinização dirigida e na frutificação efetiva.

H1 - O atual manejo das colmeias é inadequado às necessidades de eficiência da polinização nos plantios.

Objetivo 6: Avaliar o número médio de sementes dos frutos dos cultivares Fuji Suprema, Galaxy, e Imperial Gala com diferentes manejos das colmeias.

Hipótese 6: O número médio de sementes dos frutos varia de acordo com os diferentes manejos das colmeias adotados nos pomares.

H0 - Os diferentes manejos das colmeias não afetam o número médio de sementes dos frutos.

H1 - Os diferentes manejos das colmeias afetam o número médio de sementes dos frutos.

REFERÊNCIAS

ABROL, D. P. **Planned honeybee pollination for crop production**. Springer, 2012. Disponível em: <link.springer.com/sci-hub.or/chapter/10.1007/978-94-007-1942_8>. Acesso em: 10 mar. 2013.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, C. L.; DENARDI, F.; DANTAS, A. C. M.; NODARI, R. O desenvolvimento de tubos polínicos em cruzamentos entre cultivares brasileiras de macieira. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.45, n.11, p.1324-1327, nov. 2010.

ANTUNES, L. E. C. **Sistema de produção da amoreira-preta**. 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/intro.htm>>. Acesso em: 22 jan. 2013.

BALESTIERI, J. B. P.; ALVES-JÚNIOR, V. V.; MORAES-ALVES, M. M. B.; SILVA, A. C. G. Levantamento de abelhas Euglossinae ao longo do transecto Dourados – Sidrolândia, Campo Grande / MS, associado à linha de instalação do gasoduto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande, MS, **Anais...** Campo Grande, MS: CBA, p. 45. 2002.

BATLLE, I.; ALSTON, F. H.; EVANS, K. M. The use of the isoenzymic marker gene *got1* in the recognition of incompatibility S alleles in apple. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.90, p. 303 - 306, 1995.

BORNUS, L.; JABLONSK, B.; KROL, S. Attempt to estimate the optimal number of honeybees required for pollination of apple orchards. 1. **Pszczelnictwo i Zeszyty Naukowe**, v.20, p.1-20, Apicultural Abstracts, v.29, n.2, p.136. 1976.

BOSCH, J.; KEMP, W. P. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. **Bulletin of Entomological Research**, [Cambridge], v. 92, p. 3-16, 2002.

BRAULT, A.; OLIVEIRA, D. Seed number and an asymmetry index of 'McIntosh' apples. **Hort. Science**, v.30, p. 44-46, 1995.

BROOHAERTS, W.; JANSSENS, G. A.; PROOST, P.; BROKAERT, W. F. DNA Cloning and molecular analysis of two self-incompatibility alleles from apple. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.27, p.499-511, 1995.

BUCHMANN, S. REPPLIER, B. **Letters from the hive: an intimate history of bees, honey, and human kind**. Bantam Dell. New York. 275 p. 2005.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no Sul do Brasil. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, Cap.5, p.113-168. 2006.

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; BOSCO, L. C.; de PAULA, V. A.; MARODIN, G. A. B.; CASAMALI, B.; NACHTIGALL, G. R. Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. **Cienc. Rural**, vol.42 no.11 Santa Maria. Nov. 2012. EpubSep 25, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782012001100009&script=sci_arttext>. Acesso em: 12 jan. 2013.

CERTAL, A. C.; SANCHEZ, A. M.; KOKKO, H.; BROOHAERTS, W.; OLIVEIRA, M. M.; FEIJÓ, J. A. S-Rnases in apple are expressed in the pistil along the pollen tube growth path. **Sexual Plant Reproduction**, Heidelberg, v.12, p.94-98, 1999.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 191 p. 2002.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L.; A. **Utilização de polinizadores na conservação e sustentabilidade da agricultura**. Mensagem Doce nº 90. 2007.

DANTAS, A. C. M.; PEIXOTO, M. L.; NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Viabilidade do pólen e desenvolvimento do tubo polínico em macieiras (*Malus* spp.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 356-359, Dezembro 2005.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; HOOPINGARNER, R.; BAKER, K. K. The influence of honey bees "sideworking" behavior on cross-pollination and fruit-set in apples. **Hort. Science**, 20: 397- 399. 1985.

DELANEY, D. A.; TARPY, D. R. **The role of honey bees in apple polinattion**. North Carolina State University. Beekeeping Note 3.03. 09/2008. Disponível em:

<<http://www.cals.ncsu.edu/entomology/apiculture/pdfs/3.03%20copy.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. Nova Iorque: CABI Publishing, p.239-242, 2000.

DONG, Y. H.; KVARNHEDEN, A.; YAO, J. L.; SUTHERLAND, P. W.; ATKINSON, R. G.; MORRIS, B. A.; GARDNER, R. C. Identification of pollination-induced genes from the ovary of apple (*Malus domestica*). **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v.11, p.277-283, 1998.

EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis. 743 p. 2006.

FAORO, I. D. **Biologia reprodutiva da pereira japonesa (*Pyruspyrifoliavar.culta*) sob o efeito do genótipo e do ambiente**. Tese de Doutorado. UFSC. Florianópolis.196 p. 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO).Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. In: Freitas, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. ImprensaUniversitária. Fortaleza, Brasil. 2004.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London: Academic Press, 684p., 1993.

FREITAS, B. M. **Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas**. Mensagem Doce, nº 46. Maio 1998.

GARCIA, J. B. R. La apicultura orientada a la polinizacion frutal. **Hojas Divulgadoras**, n.11, p.27, 1987.

GAUS, A.; LARSEN, H. **Pollination of tree fruits**. Colorado State University Extension. N. 7.002, 2p, 2009.

GONÇALVES, L. S. **Meio século de apicultura com abelhas africanizadas no Brasil**. Mensagem Doce, №. 87. 2006. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/87/msg87.htm>>. Acesso em: 03 mar. 2013.

GOODMAN, R. **Honeybee pollination of fruit tree crops**. State of Victoria, Department of Natural Resources and Environment. Ag, 0092. 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levant. Sistem. Prod. Agríc.** ISSN 0103-443X Rio de Janeiro v.26 n.8 p.1-84 agosto.2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201308.pdf>. Acesso em 03 fev. 2014.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 59.

JANKOVIC, D.; KULINCEVIC, J. Studies on the effect of honey-bees on fertility quality of starking apples and barlett pears. *Nauka u Praksi*, v.15, n.1, p.37-42, 1985. Resumo em **Apicultural Abstracts**, v.40, n.1, p.92, 1989.

JENSEN, W.A. Fertilization in flowering plants. **BioScience**, Washington, v.23, p.21-27, 1973.

JUNIPER, B. E.; WATKINS, R.; HARRIS, S. A. The origin of the apple. **Acta Horticulturae**, Oxford, v.484, p.27-33, 1999.

KEULEMANS, J.; BRUSSELLE, A.; EYSEN, R. Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. **Acta Horticulturae**, v.42, p.201-210, 1996.

KOVALESKI, A.; dos SANTOS, R. S. S. Manejo sustentável da mosca – das – frutas sul americana (*A. fraterculus* W. 1830) na região Sul do Brasil. **Anais.... XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Bento Gonçalves. 2012.

LABARE, K, M., BROYLES, S. B., KLOTZ, R. L. Exploring nectar biology to learn about pollinators. **The American Biology Teacher**, v. 62, n.4. 2000.

LAROCA, S.; ALMEIDA, M. C. Adaptação dos palpos labiais de *Niltoniavirgilioi*(Hymenoptera, Apoidea, Colletidae) para coleta de néctar em *Jacarandapuberula*(Bignoniaceae), com descrição do macho. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.29, n.2, p. 289-297, 1985.

MALAGODI-BRAGA, K. S. **Abelhas: por que manejá-las para a polinização?** 2005. Disponível em:<<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/abelhas2.htm>> Acessado em: 10 de março de 2014.

MAPA – MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Política Agrícola. **Maçã. Cenário da cadeia produtiva da maçã.** Informativo N. 54. Ano 6, 7 p. Vol. 54, março de 2013.

MATHER, K. The genetical structure of population. **Evolution**, v. 7, p.66-95, 1953.

MAYER, D. F. Apple pollination. **American Bee Journal**, v.123, n.4, p.272-273, 1983.

MELO, G. M. S. de. **Uso de reguladores de crescimento como alternativa tecnológica na cultura da macieira ‘Eva’ (*Malus domestica* Borkh.).** Dissertação de mestrado.UNESP, 67p. Botucatu, SP. 2011.

MORSE, R. A.; CALDERONE, N. W. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. **Bee Culture**; 128 (3). 2000. Disponível em: <www.beeculture.com/content/PollinationReprint07>. Acesso em: 13 mar. 2013.

NACHTIGALL, G. R. **Inovações tecnológicas para o setor da maçã – Inova maçã:** Relatório Técnico. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves. 248 p. 2011.

NETTANCOURT, D. **Incompatibility in Angiosperms.** Berlin: Springer-Verlag. 230 p. 1977.

NEVES, T. S.; MACHADO, G. M. E.; OLIVEIRA, R. P. Efeito de diferentes concentrações de carboidratos e ácido bórico na germinação de grãos de pólen de cubiuzeiro e cupuaçuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.19, n.2, p. 10-13, 1997.

NEWBIGIN, E.; ANDERSON, M. A.; CLARKE, A. E. Gametophytic self-incompatibility in *Nicotiana glauca*. In: WILLIAMS, E. G.; CLARKE, A. E.; KNOX, R. B. *Advances in cellular and molecular biology of plants: genetic control of self incompatibility and reproductive development in flowering plants*. **Dordrecht**: Kluwer Academic Publishers, v. 2, p. 5-18. 1994.

ORTH, A. I.; FAORO, I. D.; LENZI, M. Manejo de abelhas e a polinização de espécies frutíferas de clima temperado. **Anais**: X Seminário Estadual de Apicultura e IV Encontro Estadual de Meliponicultores. Cambará do Sul. RS, ago. 2005.

PALACIOS, P. E. Servicios de polinización con abejas en frutales. **Revista Actualidad Apícola** (3). Chile. Pag. 4-8. 2011.

PARANHOS, B. A. J., WALDER, J. M. M., MARCHINI, L. C. Densidade de colmeias de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae), para polinizar maçã cv. ANNA. **Scientia Agrícola**. v. 55, n. 3 Piracicaba. 1998.

PATAS, M. S.; CASTRO, C. M.; da SILVA, C. P. Recursos genéticos de macieira. **R. Bras. Agrobiologia**, Pelotas, v.18 n.1-4, jan-mar, 2012.

PATRON, E. Polinización con abejas. In: BESSONE, J. F. (ed.). **Editorial Campo**; Abejas - Edición especial: Polinización. Agencia Periodística CID. Buenos Aires, Argentina. 2010.

PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; CAMARGO, R. C. R.; VILELA, S. L. O. **Produção de mel**. Embrapa Meio Norte. Sistema de produção, 3. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/index.htm>>. Acesso em: 12 maio 2013.

ROBISON, W. S. **The behavior of honey bees on “Delicious” apple blossoms**. Ph.D. Thesis. Cornell University. 90p. 1980.

ROWLANDS, D. G. Self-incompatibility in sexual propagated plants. **Euphytica**, v. 13, p.157-162, 1964.

SADEH, A.; SHMIDA, A.; KEASAR, T. The carpenter bee *Xylocopapubescens* as an agricultural pollinator in greenhouses. **Apidologie**, Les Ulis, v. 38, p. 508-517. 2007.

SAKURAI, K.; BROWN, S. K.; WEEDEN, N. F. Self-incompatibility alleles of apple cultivars and advanced selections. **Horticulture Science**, v.35, p.116-119, 2000.

SANFORD, M. T. The africanizedhoneybee in the americas: a biological revolution with human cultural implications. **American Bee Journal**, Five Parts, Marchthru July. 2006. Disponível em: <http://apisenterprises.com/papers_htm/Misc/AHB%20in%20the%20Americas.htm>. Acesso em 02 mar. 2013.

SANTOS, C. E., KIST, B. B., CARVALHO, C., REETZ, E. R., DRUM, M. **Anuário brasileiro da fruticultura 2013**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz. 136 p.: il. ISSN 1808-4931. 2013.

SIMIDCHIEV, T. Full utilization of honeybees as pollinators. *Ovoshcharstvo*, v.57, n.3, p.9-11, 1978. Resumo em **Apicultural Abstracts**, v.32, n.3, p.234, 1981.

SLAA, E. J.; SANCHEZ CHAVES, L. A.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDDE, F. E. Stingless bees in applied pollination practice and perspectives. **Apidologie**, Les Ulis, v. 37, p. 293-315. 2006.

SOLTÉSZ, M.In: KOZNA, P.; NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; SZABO, Z. **Floral biology, pollination and fertilisation zone fruit species and grape**. Budapest: Akadémia Kiadó, p.237-316. 2003.

SPIVAK, M. **Apple pollination**. Minnesota Fruit and Vegetable Growers Association. V. 2, nº 4, p. 12. 2005.

TAKAYAMA, S.; ISOGAI, A. Self-incompatibility in plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, p. 467-489, 2005.

TESSMER, M. A. **Características anatômicas e físico-químicas de frutos de macieira (*Malus domestica* Borkh) e sua relação com a lenticelose**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. 75 p. Piracicaba. 2009.

VIEIRA, G. H. da C. ; SILVA R. F. R. da; GRANDE J. P. Uso da apicultura como fonte alternativa de renda para pequenos e médios produtores da região do Bolsão, MS. In: **Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**, 2. Belo Horizonte, Minas Gerais. Anais. 2004.

WATKINS, R. Apple and pear. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. (eds). **Evolution of crop plants**. Londres: Longman, p. 418-422. 1995.

WEIRTHEIM, S. J.; SCHMIDT, H. Flowering, pollination and fruit set. In: **Fundamentals of Temperature Zone Tree Fruit Production**. Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands, p. 216-239, 2005.

WIESE, H. **Normas para atividades de polinização com abelhas em fruticultura**. IASC. Florianópolis. 1º edição. 87 p. 1974.

WIESE, H. O Trabalho das abelhas em macieiras. **Apicultura no Brasil**, v.1, n.2, p.7-9, 1981.

WOLFF, L. F. **Abelhas melíferas**: bioindicadores de qualidade ambiental e desustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. EMBRAPA – Clima temperado. Pelotas. 38 p. 2008.

3 ÁREA DE ESTUDO

Os estudos no campo foram realizados em dois pomares comerciais (Fazenda Santa Clara e Fazenda Barreiro) pertencentes à empresa Pomesul, no município de Bom Retiro, integrante da microrregião de Campos de Lages, no estado de Santa Catarina.

Na Fazenda Santa Clara, o pomar da empresa Pomesul está localizado nas coordenadas $27^{\circ}49'16.90''\text{S}$ e $49^{\circ}34'18.95''\text{O}$, com 875 m de altitude média. Possui 13,86 ha de macieiras em produção, implantados no ano de 2007, e é composto por quatro quadras. Dessa área, 6,75 ha são cultivados com 11.757 plantas do cultivar Galaxy e 7,11 ha são cultivados com 10.715 plantas do cultivar Fuji Suprema. A distribuição das plantas ocorre em sequências de duas fileiras alternadas de cada uma dos cultivares, com espaçamento de 4,5 m x 1,5 m (cv. Fuji Suprema), e de 4,5 m x 1,3 m (cv. Galaxy), sobre portas-enxerto 'EM-9' e 'Marubakaido'.

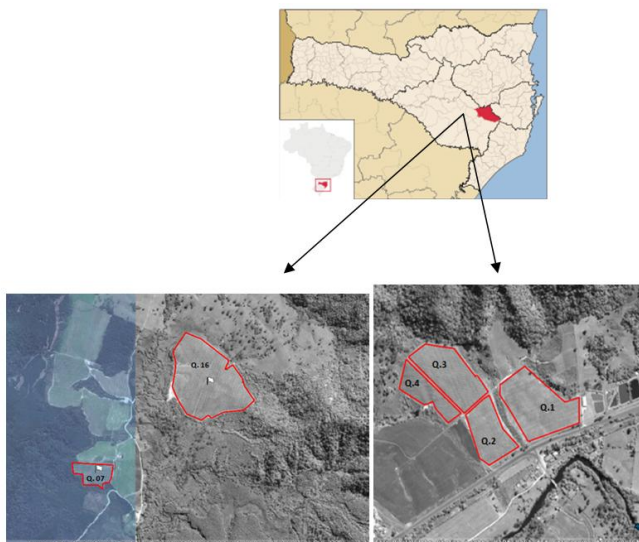


Figura 2 - Área de estudo.

Fontes: Wikipédia (2014); ArcGis (2014).

*Localização do estado de Santa Catarina, do município de Bom Retiro e dos pomares comerciais de macieiras utilizados nos trabalhos de campo em 2012 e 2013. Pomar na Fazenda Barreiro (E), formado por duas quadras (Q.07; Q.16). (D) Pomar na Fazenda Santa Clara, formado por quatro quadras (Q.1; Q.2; Q.3; Q.4).



Figura 3 - Disposição dos cultivares Fuji Suprema (FS) e Galaxy (G) na Fazenda Santa Clara.

Fonte: Salomé (2012).

* Disposição dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy na Fazenda Santa Clara em fileiras alternadas, duas a duas, a uma distância de 4, 5 m. As setas indicam as fileiras. FS – ‘Fuji Suprema’; G – ‘Galaxy’.

O pomar da Fazenda Barreiro está localizado nas coordenadas 27°45’09.31”S e 49°36’16.41” O, em uma altitude média de 859 m. Possui 40,73 ha de macieiras em produção, implantados no ano de 1998. Dessa área, 16,28 ha pertencem às quadras sete e 16 utilizadas nos experimentos. A quadra sete possui 1,66 ha cultivados com 642 plantas do cultivar Imperial Gala e 392 plantas do cultivar Fuji Suprema. A quadra 16 tem área de 14,62 ha com 9,61 ha cultivados com 20.906 plantas do cultivar Imperial Gala e 5,01 ha cultivados com 9.288 plantas do cultivar Fuji Suprema.

A distribuição das plantas na quadra sete ocorre em sequências de duas fileiras do cultivar Imperial Gala, alternadas por uma fileira do cultivar Fuji Suprema, com espaçamento de 6 m x 3,5 m (cv. Fuji Suprema), e de 6,0 m x 3 m (cv. Imperial Gala), sobre portas-enxerto ‘Marubakaido’.

Na quadra 16, a distribuição das plantas ocorre em espaçamentos de 5,0 m x 1,0 m (cv. Fuji Suprema), e de 5,0 m x 0,90 m (cv. Imperial Gala), sobre portas-enxerto ‘Marubakaido’ com filtro ‘EM-9’.



Figura 4 - Disposição do cultivar Fuji Suprema (FS) e do cultivar Imperial Gala (IG) na Fazenda Barreiro.

Fonte: Salomé (2013).

* Disposição do cultivar Fuji Suprema em uma fileira, alternada por duas fileiras do cultivar Imperial Gala na Fazenda Barreiro. As setas indicam as fileiras. FS – ‘Fuji Suprema’; IG – ‘Imperial Gala’.

Os climas predominantes na região de abrangência dos experimentos são considerados Mesotérmico Brando e Mesotérmico Mediano (NIMER, 1979).

O clima Mesotérmico Brando apresenta temperatura média anual que varia entre 13,8 °C e 15,8 °C. A temperatura média das máximas varia de 19,4 °C a 22,3 °C, e a média das mínimas de 9,2 °C a 10,8 °C. A precipitação pluviométrica total anual (valores normais) pode variar de 1.360 a 1.600 mm, com um total anual de dias de chuva que varia entre 123 e 140 dias. É natural ocorrer, em média, de 20 a 29 geadas por ano. Os valores de horas de frio abaixo ou iguais a 7,2 °C variam de 642 a 847 horas acumuladas por ano.

O clima Mesotérmico Mediano apresenta temperatura média anual entre 11,4 °C e 13,8 °C. A temperatura média das máximas varia de 16,9 °C a 19,4 °C, e das mínimas de 7,6 °C a 9,2 °C. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.450 a 1.650 mm, com o total anual de dias de chuva em torno de 135, e a umidade relativa do ar próxima a 80,5%. Podem ocorrer, em termos normais, de 29 a 36 geadas por ano. Os valores de horas de frio abaixo ou iguais a 7,2 °C são de 847

a 1.120 horas acumuladas por ano.

Os dados climáticos nos anos de 2012 e 2013 foram coletados junto à Empresa Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), na Estação do Departamento Estadual de Infra Estrutura (DEINFRA), em Bom Retiro, SC.

Durante os experimentos na Fazenda Santa Clara, em 2012, as menores temperaturas mínimas foram de 1,5 °C, no dia 23/09/2012 e de 1,6 °C no dia 26/09/2012. As maiores temperaturas máximas foram registradas nos dias 24/09/2012 e 02/10/2012, com 23,2 °C e 22,7°C, respectivamente.

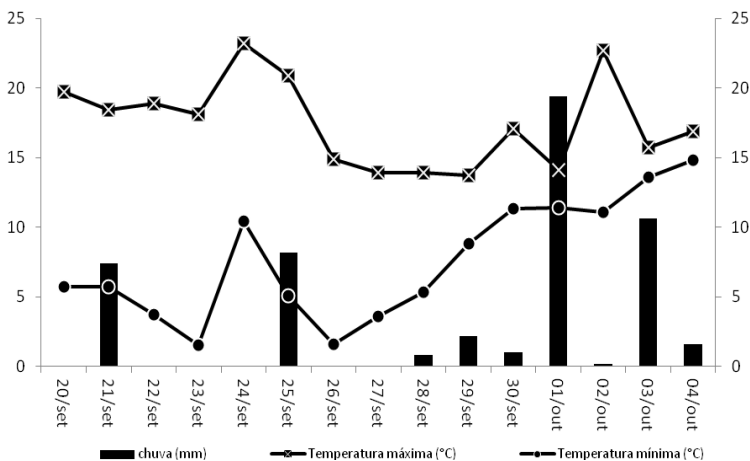


Figura 5 - Dados climáticos entre os dias 20/09/2012 e 04/10/2012.

Fonte: CIDASC (2013).

* Dados climáticos de temperatura máxima, de temperatura mínima e de precipitação entre os dias 20/09/2012 e 04/10/2012 coletados na Estação do DEINFRA, no município de Bom Retiro/SC.

A maior amplitude térmica nos trabalhos sobre recursos florais e de visitas das abelhas às flores ocorreu no dia 23/09/2012 e foi de 16,6 °C, com a temperatura mínima de 1,5 °C e a temperatura máxima registrando 18,1 °C.

A precipitação acumulada no período compreendido entre 20/09/2012 e 04/10/2012 foi de 51,40 mm, em que a maior pluviosidade ocorreu no dia 01/10/2012 com 19,4 mm.

Em 2013, no período compreendido entre os dias 02/10/2013 e 17/10/2013, as menores temperaturas mínimas atingiram 4,4 °C, no dia

08/10/2013 e 5,2 °C no dia 07/10/2013. As maiores temperaturas máximas foram registradas nos dias 14/10/2013 e 15/10/2013, com 27,4 °C e 24,2 °C, respectivamente.

A maior amplitude térmica, nos trabalhos sobre recursos florais e de visitas das abelhas às flores, ocorreu no dia 08/10/2013 foi 13,7 °C, com a temperatura mínima de 4,4°C e a temperatura máxima de 18,1 °C.

A precipitação acumulada no período compreendido entre 02/10/2013 e 17/10/2013 foi de 24,40 mm, com a maior pluviosidade no dia 03/10/2013 de 12,8 mm.

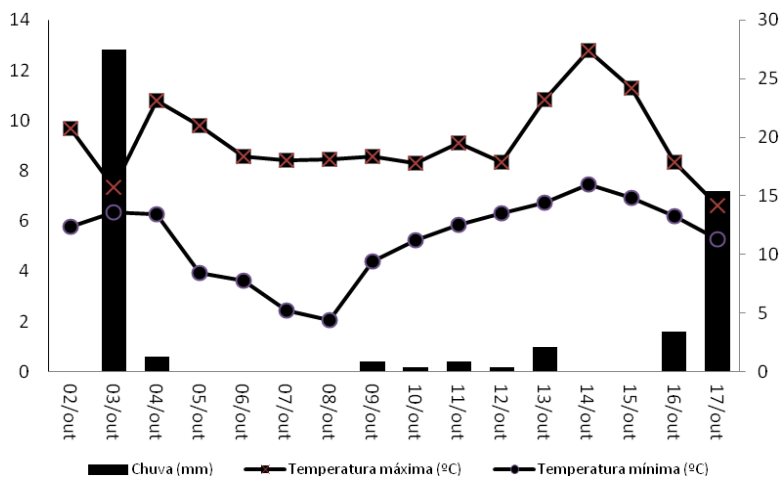


Figura 6 - Dados climáticos entre os dias 02/10/013 e 17/10/2013. Fonte: CIDASC (2013).

* Dados climáticos de temperatura máxima, de temperatura mínima e de precipitação entre os dias 02/10/2013 e 17/10/2013 coletados na Estação do DEINFRA, no município de Bom Retiro/SC.

A condução das plantas no pomar da Fazenda Santa Clara é feita através do sistema ‘Líder Central’ com o auxílio de espaldeira com uma altura de 1,5 m do solo. Para iniciar o crescimento vegetativo e iniciar a floração, produtos comerciais são aplicados nas plantas para promover quebra artificial de dormência. Em 2012, em 30/08 foi aplicado o produto comercial ‘Dormex’ (Cianamida hidrogenada) e ‘Agefix’ (Óleo mineral) nas dosagens de 1 l. para 100 l. de água e de 4 l. para 100 l. de água, respectivamente, com aplicação de 1.000 l. de produto/ha. Em 2013, a aplicação ocorreu no dia 29/08 (POMESUL, 2014).

Na Fazenda Barreiro, em 2013, na quadra 16, a quebra de

dormência foi feita no dia 29/08 com a utilização de ‘Dormex’ (Cianamida hidrogenada) e ‘Agéfix’ (Óleo mineral) nas dosagens de 1 l. para 100 l. de água e de 4 l. para 100 l. de água, respectivamente, com aplicação de 1.000 l. da solução por hectare de cultivo. Na quadra sete, a aplicação foi realizada no dia 11/09 (POMESUL, 2014).

REFERÊNCIAS

ARCGIS. **Software de georreferenciamento**. Disponível em: <<http://www.arcgis.com/home/>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

COMPANHIA INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA – CIDASC - Estação de Avisos Fitossanitários de São Joaquim. DEINFRA – Bom Retiro. **Dados meteorológicos dos meses de setembro e outubro de 2012 e de outubro de 2013**. Fonte: CIDASC, 2013.

NIMER, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, p. 59-89, out./dez. 1979, at. 2002.

POMESUL. **Recomendação de tratamento fitossanitário 2012-2013**. Planilhas de campo. 2014.

WIKIPEDIA. **Municípios de Santa Catarina – Bom Retiro**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Bom_Retiro>. Acesso em: 23 abr. 2014.

CAPÍTULO I

4 QUANTIFICAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE FLORES E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS TRÓFICOS PARA OS VISITANTES FLORAIS E POLINIZADORES NA MACIEIRA

RESUMO

O período de florescimento é um dos principais eventos no ciclo produtivo de espécies frutíferas, pois é nesse momento em que será determinada a frutificação. A quantificação do número médio de flores em macieiras é de suma importância pelo fato de proporcionar a estimativa de produção e determinar o planejamento da condução de manejo dos pomares. A avaliação de recursos tróficos, sobretudo néctar e pólen, é fundamental para a atração de visitantes florais/polinizadores às flores de macieiras. Os alimentos disponibilizados aos polinizadores, concomitantemente à facilidade de sua coleta, podem determinar os índices de visitação dos polinizadores às flores de determinada espécie. Em 2012, na Fazenda Santa Clara, foram realizadas estimativas da quantificação do número de flores nas plantas dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, avaliações dos volumes (μL) de néctar potencial com os respectivos teores de Sólidos Solúveis Totais ($^{\circ}\text{Brix}$) e quantificação do número médio de grãos de pólen nas flores de macieiras. Em plantas de ‘Fuji Suprema’ o número médio de flores foi $990,8 \pm 390,92$ flores/planta, enquanto que em ‘Galaxy’ foi de $1239,06 \pm 482,51$ flores/planta. Os volumes médios de néctar potencial indicaram maiores índices em ‘Galaxy’ ($2,64 \pm 0,15 \mu\text{L}$), do que em ‘Fuji Suprema’ ($1,79 \pm 0,49b \mu\text{L}$). Teores de SST apresentaram maiores índices em ‘Galaxy’ (45°Brix) do que em ‘Fuji Suprema’ (33°Brix). As avaliações sobre quantificação de grãos de pólen indicaram que as flores de ‘Galaxy’ produzem mais pólen ($65.195,25 \pm 19.706,69$) do que ‘Fuji Suprema’ ($26.544,55 \pm 11.050,71$). Fatores genéticos, ambientais e de adaptação dos cultivares às regiões dos pomares podem influenciar a produção de recursos tróficos nas flores de macieiras.

Palavras chave: Macieiras. Flores. Néctar potencial. Pólen.

ABSTRACT

The flowering period is a major event in the production cycle of fruit species, it is at this moment will be determined fruiting. Quantification of the average number of flowers in apple trees is very important because provide the estimate of production and determine the conduct of management planning of orchards. The evaluation of trophic resources, especially nectar and pollen, it is essential to attract floral visitors / pollinators for apple blossoms. The food available to pollinators, with the ease of collection, can determine the visitation rates of pollinators to certain species of flowers. In 2012, in the Santa Clara, quantifying the number of flowers estimates were made on Fuji Supreme and Galaxy cultivars, estimates of volumes (uL) potential nectar with their levels of Total Soluble Solids (Brix) and quantification of the number average of pollen grains in the apple blossoms. In 'Fuji Supreme', the average number of flowers was 990.8 ± 390.92 flowers / plant, whereas in Galaxy was 1239.06 ± 482.51 flowers / plant. The potential nectar average volumes indicated higher rates in 'Galaxy' (2.64 ± 0.15 uL) than in 'Fuji Suprema' (1.79 ± 0.49 uL). TSS showed higher rates in 'Galaxy' (45° Brix) than in 'Fuji Suprema' (33° Brix). Evaluations of quantification indicated that pollen of the flowers 'Galaxy produce more pollen (65195.25 ± 19706.69) than Fuji Supreme' (26544.55 ± 11050.71). Genetic and environmental factors and adaptation of cultivars to the regions of orchards may influence the production of trophic resources in apple flowers.

Keywords: Apple trees. Flowers. Nectar potential. Pollen.

4.1 INTRODUÇÃO

O período de florescimento é um dos principais eventos durante o ciclo produtivo de espécies frutíferas, em que será definida a frutificação. A floração em cultivos de macieiras é de grande importância econômica, afinal, o rendimento da produção, através da frutificação efetiva, depende do número e da qualidade de botões florais formados (VIOLA-HANKE et al., 2007).

Durante o florescimento de macieiras interagem fatores ambientais e fisiológicos que definirão as próximas etapas da frutificação e, conseqüentemente, da produção. Na floração, a planta necessita utilizar as reservas acumuladas e o crescimento vegetativo pode ser um competidor por hidratos de carbono com a floração, e pode afetar a frutificação efetiva (DENNIS JÚNIOR, 1996). Embora a quantidade de flores fecundadas necessária para uma produção plena seja em torno de 0,5 a 10%, em condições adversas à polinização e quando a intensidade da floração for pequena, pode ser necessário melhorar a frutificação efetiva. Nas condições do sul do Brasil, em macieiras, frequentemente ocorrem florações intensas e uma baixa frutificação efetiva (PETRI et al., 2011).

A qualidade e a quantidade das flores estão relacionadas com o acúmulo de horas de frio durante o inverno (OUKABLI et al., 2003), mas também com as características do ramo onde essas flores se desenvolvem, por exemplo, podem variar com o diâmetro, comprimento, idade e número de folhas ou área foliar desses ramos, bem como sua composição química.

Apesar de depender de uma série de fatores como quantidade de frutos na estação anterior, condição ambiental, tempo natural de queda das folhas, perda acidental da folhagem, data de colheita e suprimento de nitrogênio (KOZMA et al., 2003), a frutificação efetiva também seria o resultado de uma cadeia de eventos casualmente relacionados que basicamente envolvem a posição da inflorescência dentro da arquitetura da planta, o que afeta o crescimento vegetativo, fato que está fortemente ligado ao desenvolvimento da inflorescência (LAURI et al., 1996).

É possível uma árvore pequena de macieira com floração intensa possuir até 800 cachos florais com uma média de seis flores por cacho, em um total de aproximadamente 4.800 flores (EPAGRI, 2006). Todavia, os índices de fecundação das flores e sua frutificação estão relacionados, em parte, com as frequências e o comportamento de coleta de alimentos pelos polinizadores.

Os polinizadores são atraídos inicialmente às flores pelo odor, cor e quantidade e qualidade de néctar e pólen disponibilizados pelas flores (CARRILLO; RÍOS, 2014). O néctar é basicamente composto de água e açúcares, principalmente sacarose, glicose, e frutose. Pode também conter quantidades menores de outros oligossacarídeos (maltose, melezitose, e rafinose), traços de aminoácidos, proteínas, enzimas, lipídios, vitaminas e materiais inorgânicos (LABARE et al., 2000). O néctar é produzido nos nectários, sendo que nas flores de macieiras é do tipo ‘receptacular’ e se localiza entre os estames e o ovário (FARKAS et al., 2000).

De acordo com Free (1993), diferenças nas condições ambientais contribuem para ocorrer uma maior ou menor secreção de néctar, a partir do nectário, e podem promover diferenças no volume secretado pelas flores de uma planta do mesmo cultivar em diferentes locais, e pelas flores em diferentes partes da mesma planta. O volume de secreção é um dado que pode variar entre cultivares da mesma espécie que se desenvolvem em um mesmo local e sob as mesmas condições ambientais.

A secreção de néctar também pode ser influenciada pela maturação do estigma e dos estames, e muitas vezes também pela idade de uma flor. Geralmente é maior no primeiro dia de abertura da flor ou durante os primeiros dias (SHUEL, 1961). A secreção de néctar em diferentes cultivares de macieiras atende um ritmo periódico, com cerca de quatro horas de duração entre os intervalos de secreção. Os picos de secreção de néctar são observados, geralmente, uma hora mais tarde do que a máxima deiscência das anteras (FARKAS; ZAJÁ CZ, 2007).

O néctar exerce importância de atração de polinizadores às flores. Estudos sobre a concentração de açúcar, a composição e o volume do néctar produzido por flores de diferentes espécies são dados para compreensão sobre a relação planta – inseto. Esses estudos evidenciam as funções do néctar como material de recompensa para os polinizadores, na forma de alimento energético, e é provável que esteja sujeito às pressões de seleção impostas pelos polinizadores (BAKER; BAKER, 1983). Benedek e Finta (2006) avaliaram o teor de SST em néctares de diferentes cultivares de macieiras e encontraram uma média de concentração de açúcar de 39,92%, e uma variação de açúcares que variou de 27,67% a 49,50%.

O gametófito masculino é o grão de pólen. O pólen é produzido nas anteras, ligadas na extremidade distal dos filamentos. O filamento e a antera juntos constituem o estame, o órgão sexual masculino (SCHULTZ, 2014). O grão de pólen possui ampla composição

bioquímica, abrange substâncias como a esporopolenina de sua camada externa, flavonoides, carotenoides, pigmentos, lignina, pectina, e os constituintes das células no interior do pólen, ou seja, proteínas, lipídios, carboidratos e ácidos nucleicos (SCHULTE et al., 2008). Devido à sua rica composição, é utilizado pelas abelhas como fonte de proteínas e vitaminas, que procuram nas anteras das flores esse importante recurso e podem proporcionar, involuntariamente, a transferência de pólen entre anteras e estigmas.

O grão de pólen depositado no estigma de uma flor germina em poucas horas e forma o tubo polínico. A compatibilidade gametofítica entre o tubo polínico e o estigma faz com que este siga através dos tecidos do estigma e estilete até atingir o óvulo, o que caracteriza a fecundação, e conseqüentemente a frutificação (ALBUQUERQUE JÚNIOR et al., 2010).

No presente capítulo foram realizadas quantificações de flores nas plantas, avaliação quantitativa da produção de néctar e concentração de SST e quantificação da produção de pólen nos cultivares da Fazenda Santa Clara.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Quantificação da abundância de flores

A estimativa da quantificação de flores foi realizada por meio da contagem de cachos florais nos ramos das plantas, no início da floração, nos dias 22 e 23/09/2012, em 15 plantas de ‘Fuji Suprema’ e em 15 plantas de ‘Galaxy’ na Fazenda Santa Clara.

Foram contados o número de ramos inferiores e o número de ramos superiores de cada planta amostrada. Os cachos florais foram contados em dois ramos superiores (a partir de 1,5 m acima do solo), acompanhando a guia da espaladeira na condução das plantas, e em dois ramos inferiores (a partir do nível do solo até 1,5 m) de cada planta. Ambos foram multiplicados pelo número de ramos superiores e inferiores, respectivamente (SOSTER; LATORRE, 2007).

O número total de cachos florais foi multiplicado por seis (número médio de flores/cacho floral, determinado em 12 repetições nos dois cultivares), para a determinação do número total de flores.

Os resultados do número médio de flores foram analisados por análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, no programa Assistat.

4.2.2 Néctar potencial

Na Fazenda Santa Clara, em 2012, foram avaliados os volumes médios (μL) de néctar potencial (néctar medido em flores ensacadas por 24 horas), produzidos por flores dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, após sua antese, na classe fenológica F3 (botão floral com pétalas bem estendidas e todos os sacos polínicos de cor creme).

Tais avaliações ocorreram nos dias 20/09/2012, 21/09/2012, 28/09/2012, 29/09/2012 e 04/10/2012, com 15 repetições em cada cultivar. As flores marcadas foram cobertas com sacos de papel marrom tipo 'Kraft' medindo 0,20 m x 0,10 m e avaliadas com tubos de vidro micro capilares da marca 'Drummond Microcaps' com capacidade de $2\mu\text{L}$, colocados na base das pétalas. A coluna de néctar nos tubos de vidro foram medidas com paquímetro marca 'Vernier Calipers' e os dados anotados em planilhas próprias.

Nas avaliações de néctar potencial foram consideradas apenas as amostras que produziram néctar. A fórmula utilizada para quantificar os volumes de néctar foi proposta por Dafni (1992): $VN = (CN \times VM) / CM$, na qual:

VN é o volume de néctar (μL);

CN é o comprimento da coluna de néctar no capilar (mm);

VM é o volume do capilar calibrado ($2\mu\text{L}$);

CM é comprimento do micro capilar (32 mm).

Os volumes médios de néctar potencial foram transformados pela equação $X = Y + C$ (1), avaliados por análise de variância.

4.2.3 Sólidos Solúveis Totais (SST - °Brix)

As avaliações de SST no néctar das flores foram feitas com o néctar coletado na avaliação do néctar potencial em 12 flores das 15 flores ensacadas no dia 29/09/2012 em 'Fuji Suprema' e em 'Galaxy'. Para as avaliações foi usado refratômetro portátil da marca 'Eclipse', com escala de 0 a 50% °Brix.

4.2.4 Número de grãos de pólen nas flores

A determinação do número de grãos de pólen foi feita através de contagem do número de anteras de 20 flores do cv. Fuji Suprema e de 20 flores do cv. Galaxy, marcadas e cobertas com sacos de papel tipo 'Kraft' marrom medindo 0,20 m x 0,10 m, na pré-antese, e avaliadas na

classe fenológica F1. Foram contadas as anteras, e quatro anteras de cada flor foram arrancadas, maceradas e diluídas em tubos eppendorf com 500 μL de ácido láctico a 85%. Foi realizada a contagem do número de grãos de pólen por flor em duas amostras de 1,5 μL de cada tubo eppendorf separadas em lâminas reticuladas, e observadas pelo microscópio óptico com aumento de 100 vezes (KEARNS; INOUE, 1993).

A fórmula para calcular o número de grãos de pólen por antera é dada por: $N = X \cdot 500/1,5 \cdot 1/4$, onde:

N = Número de grãos de pólen por antera;

X = número médio de grãos de pólen das quatro anteras;

500 = volume (μL) de ácido láctico;

1,5 = volume (μL) de solução transferida para a lâmina reticulada;

4 = número de anteras em suspensão.

O número de grãos de pólen por flor é obtido pela multiplicação do número de grãos de pólen por antera (N) pelo número médio de anteras por flor.

Os resultados do número médio de grãos de pólen/antera e grãos de pólen/flor foram transformados pela equação $X = \log(x)$, analisados por análise de variância.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade e a quantidade das flores estão relacionadas com o acúmulo de horas de frio durante o inverno (OUKABLI et al., 2003), mas também com as características do ramo onde essas flores se desenvolvem, como por exemplo, o diâmetro, o comprimento, a idade e o número de folhas ou área foliar desses ramos, bem como sua composição química.

A Figura 7 mostra a estimativa do número médio de flores nos dois cultivares avaliados. Plantas de ‘Fuji Suprema’ apresentaram número médio de $990,8 \pm 390,92$ flores por planta, menor do que em ‘Galaxy’, pois esta apresentou um número médio de $1.239,06 \pm 482,51$ flores por planta.

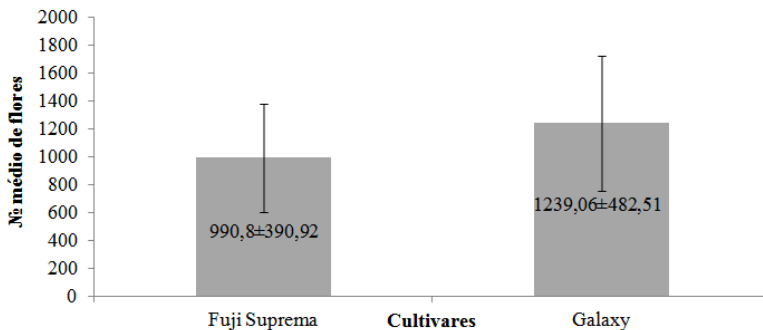


Figura 7 - Número médio de flores nas plantas dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy dos pomares de macieiras, na Fazenda Santa Clara em 2012.

Maior número de cachos florais nos cultivares avaliados foi observado nos ramos inferiores. Em ‘Fuji Suprema’, o número médio de cachos florais/ramos inferiores foi de 9,5, enquanto em ‘Galaxy’ foi de 14,6. Nos ramos superiores, o número médio de cachos florais por ramo foi de 7,6 em ‘Fuji Suprema’ e de 10,3 cachos florais /ramos superiores em ‘Galaxy’. Estes resultados estão de acordo com estudos conduzidos por Kozma et al. (2003) e apontam uma relação entre o número de flores e folhas em uma inflorescência, e que estes números estão ligados ao comprimento e à idade do ramo. Geralmente, os ramos inferiores nos dois cultivares são mais compridos e de maior diâmetro, enquanto que os ramos superiores possuem menor comprimento e menor diâmetro. A mesma observação foi feita por Soster e Latorre (2007) em um pomar de macieiras de ‘Gala’ e de ‘Fuji’ implantado há sete anos no município de Bom Retiro/SC, com uma média de 19 cachos de flores em ramos inferiores e de 9 cachos de flores em ramos superiores.

A razão dessa constatação é a condução das plantas no sistema de ‘Líder Central’, onde os ramos são mantidos de acordo com o espaçamento entre as plantas vizinhas, em que os ramos mais vigorosos ficam na parte mais baixa da planta, para permitir a penetração de luz no interior da planta e nas partes mais baixas (EPAGRI, 2006). No cultivar Galaxy, as flores se distribuem por toda a extensão dos ramos, desde a parte basal até a parte apical dos ramos. Em ‘Fuji Suprema’ as flores se distribuem nas partes médias e apicais dos ramos.

Maior número de flores em ‘Galaxy’ é corroborado por trabalhos feitos por Tu (2000) em pomares de macieiras em Indiana (EUA), onde

observou a ocorrência de 0,295 cachos florais/cm de ramo no cultivar Gala, e de apenas 0,04 cachos florais/cm de ramo no cultivar Fuji. Um maior número de ramos nas plantas avaliadas promoveria um maior número de flores.

Em ‘Fuji Suprema’ foram observados a média de 12,2 ramos superiores/planta, e em ‘Galaxy’ essa média foi de 8,8 ramos superiores/planta. Ramos inferiores em ‘Fuji Suprema’ apresentaram média de 7,5 ramos inferiores/planta, enquanto em ‘Galaxy’, 8,1 ramos inferiores/planta. Comparativamente, as diferenças entre os números de ramos superiores e inferiores não contribuíram para ocorrer diferenças significativas no número médio de flores entre os cultivares.

Segundo Jakobsen e Kristjánsson (1994), o volume de secreção de néctar e sua concentração de Sólidos Solúveis Totais são fatores importantes para a atração de polinizadores. Nas 150 amostras analisadas que apresentaram néctar, os volumes médios de néctar potencial produzidos por flores de ‘Fuji Suprema’ e de Galaxy’ apresentaram grande variação. Os volumes de néctar observados variaram em uma amplitude entre $1,49 \pm 0,30 \mu\text{L}$ e $2,64 \pm 0,15 \mu\text{L}$ em ‘Galaxy’ e de $1,34 \pm 0,26 \mu\text{L}$ e $1,79 \pm 0,49 \mu\text{L}$ em ‘Fuji Suprema’, como mostra a Tabela 2.

Não correu diferença significativa entre as 30 amostras avaliadas no dia 04/10/2012, nas médias da secreção de néctar entre os cultivares avaliados (‘Fuji Suprema’ – $1,37 \pm 0,18 \mu\text{L}$; ‘Galaxy’ – $1,49 \pm 0,30 \mu\text{L}$). Nesse mesmo período, ‘Galaxy’ teve a menor média de volume de néctar secretado. Em ‘Fuji Suprema’ foi a segunda menor média. Nos outros períodos de avaliações, ocorreu diferença significativa nos volumes médios de néctar entre os dois cultivares. As maiores diferenças na secreção de néctar entre os cultivares avaliados ocorreu no dia 29/09/2012. Neste dia, em ‘Fuji Suprema’, foi observado volume médio de $1,79 \pm 0,49 \mu\text{L}$ de néctar e no cultivar Galaxy, o volume médio de néctar foi de $2,64 \pm 0,15 \mu\text{L}$. Entre as 15 amostras de ‘Galaxy’ avaliadas nesse período, os volumes médios das amostras foram semelhantes, não se dispersando em torno da média. No dia 21/09/2012, em 15 flores de ‘Galaxy’ ocorreu a secreção média de $2,02 \mu\text{L}$ de néctar/flor.

Entre as amostras avaliadas, as diferenças são marcantes, uma vez que o desvio padrão ficou em torno da média de $\pm 0,62 \mu\text{L}$. Essa observação também foi detectada por Free (1993) em avaliações em plantas de macieiras com diferenças no volume de néctar secretado pelas flores de uma planta da mesma cultivar em diferentes locais do pomar, e

por flores em diferentes partes da mesma planta.

Tabela 2 - Volume (μL) de néctar potencial nas flores do cv. Galaxy e do cv. Fuji Suprema, nos dias 20, 21, 28, 29/09/2012 e no dia 04/10/2012 em pomar de macieiras no município de Bom Retiro/SC.

Data	Volume (μL) de néctar potencial no cv. Galaxy	Volume (μL) de néctar potencial no cv. Fuji Suprema	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	C.V.%
20/09/2012	1,56 \pm 0,29 a	1,34 \pm 0,26 b	12,7	19,16
21/09/2012	2,02 \pm 0,62 a	1,40 \pm 0,18 b	12,05	26,20
28/09/2012	1,93 \pm 0,39 a	1,62 \pm 0,41 b	9,6	23,04
29/09/2012	2.64 \pm 0,15 a	1.79 \pm 0,49b	11,25	16,44
04/10/2012	1.49 \pm 0,30 a	1.37 \pm 0,18 a	15,8	17,21

* As médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A temperatura ambiental é citada como um dos principais fatores que influencia a secreção de néctar nas flores de macieiras. A temperatura afeta a taxa de fotossíntese das espécies, aumentando ou diminuindo a taxa de secreção de néctar, em que a produção de néctar nas flores ocorre somente acima de uma temperatura limite para cada espécie (PÉTER, 1972; FREEMAN; HEAD, 1990; FREE, 1993; JAKOBSEN; KRISTJANSSON, 1994).

Em Bom Retiro, os limites de temperaturas ambientais para maior secreção de néctar em ‘Fuji Suprema’ estão em uma amplitude entre 9,6 $^{\circ}\text{C}$ e 11,25 $^{\circ}\text{C}$. Os menores volumes de néctar são observados entre as temperaturas de 12,7 $^{\circ}\text{C}$ e 15,8 $^{\circ}\text{C}$ para ambos cultivares.

Para ‘Galaxy’ o limite térmico para maior secreção ocorre entre 11,25 $^{\circ}\text{C}$ e 12,05 $^{\circ}\text{C}$.

Estimativas de volumes máximos diários de néctar ofertados aos polinizadores por hectare de pomar apontam 5.694,71 ml/ha para ‘Galaxy’ (2,64 μL x 1.239 flores x 1.741 plantas/ha) e de 2.670,55 ml para ‘Fuji Suprema’ (1,79 μL x 990 flores x 1.507 plantas/ha). E essa constatação pode influenciar as frequências de visitação dos polinizadores às flores dos cultivares avaliados com maiores frequências nas plantas do cultivar que oferece maior volume médio de secreção de néctar.

Hoffman e Thorp (1991) avaliaram fatores que influenciam os índices de visitação de abelhas em flores nos pomares, e constataram que o número de flores por cultivar, os volumes médios de secreção de néctar por flores e a concentração de açúcares no néctar podem determinar o índice de visitação de abelhas em um cultivar. Jay (1986), trabalhou em pomares de macieiras no Canadá, e verificou que frequências maiores de visitas às flores dos cultivares de macieiras estudados podem estar relacionados ao número de flores, oferta de néctar e pólen de fácil acesso, volumes médios de néctar nas flores e suas respectivas concentrações em açúcares.

De acordo com Free (1993), o volume de secreção de néctar pode variar entre cultivares da mesma espécie, que se desenvolvem em um mesmo local, e sob as mesmas condições ambientais.

Foram observadas diferenças significativas em teor de SST entre os dois cultivares avaliados (Figura 8). As amostragens para a avaliação do néctar foram feitas em plantas dos dois cultivares, em fileiras próximas, e apresentaram, no momento das avaliações, semelhante condição climática. Além disso, o néctar avaliado para SST foi originado a partir da leitura de néctar potencial, em que as flores estavam cobertas com papel, evitando a interferência externa (água de chuva ou orvalho) que pudesse alterar ou diluir o néctar avaliado.

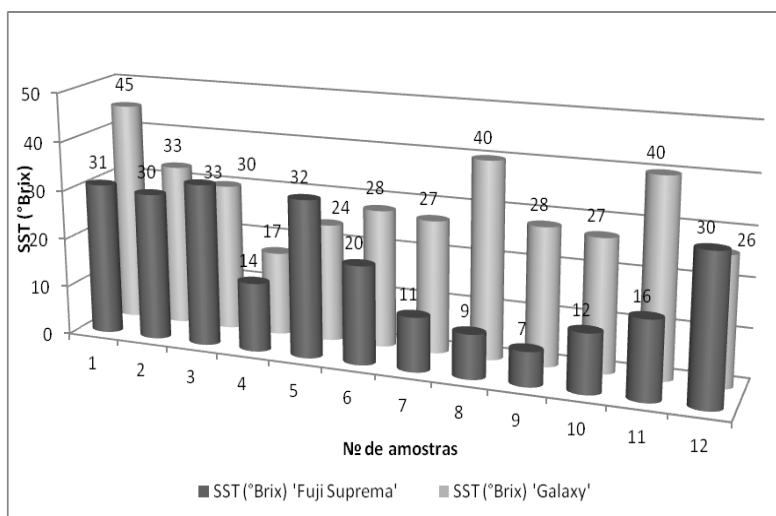


Figura 8 - Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) em doze amostras de néctar potencial de flores ensacadas nos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, no município de Bom Retiro/SC, em 2012

Os néctares mais concentrados em macieiras são geralmente produzidos por flores em que as pétalas iniciam a queda. Essas flores podem ser mais atraentes às abelhas coletoras de néctar devido à alta concentração de açúcares do que as flores em estágios fenológicos iniciais, imediatas à antese (WILLIAMS; BRAIN, 1985).

Benedek e Finta (2006) observaram que a produção de néctar em flores de macieiras é variável para diferentes cultivares, e o seu volume está relacionado com a concentração de açúcares nele contido. Exemplos dessas observações são referentes ao cultivar Jonagold, em que suas flores produzem 5.49 mg/néctar/flor, e possuem apenas 25,12% de concentração de açúcares. Em contrapartida, as flores do cultivar Golden Spur produzem 1.34 mg/néctar/flor e possuem 49.5% de açúcares em seu néctar.

Free (1993) observou que, com o aumento da quantidade de néctar produzido por diferentes cultivares de macieira, os teores de açúcares no néctar aumentava, porém sua concentração diminuía. Ocorreu diferença na composição e abundância de néctar nos cultivares testados; mas, em geral, o número de abelhas que os visitaram estava diretamente relacionado com a quantidade e a concentração de néctar produzido por esses cultivares.

O volume de secreção de néctar e sua concentração de SST são fatores importantes para a atração de polinizadores. A secreção de néctar nas flores e a atividade das abelhas são dependentes da temperatura. Em baixas temperaturas, é normal uma polinização inadequada, que se reflete na frutificação efetiva (JAKOBSEN; KRISTJÁNSSON, 1994).

Em Bom Retiro, em 2012, os maiores volumes de secreção de néctar ocorreram em flores do cv. Galaxy (Tabela 2), assim como um maior teor de SST nas amostras avaliadas. Ao contrário dos trabalhos realizados pelos pesquisadores citados, há uma correlação positiva entre maior volume de néctar e teor de SST. E esse fato pode influenciar os índices quantitativos de visitação das abelhas às flores dos cultivares avaliados e também determinar o tipo de comportamento de forrageio das abelhas na coleta de alimentos.

A Tabela 3 apresenta a produção de pólen por antera do cultivar Galaxy como superior ao do cultivar Fuji Suprema. Enquanto 'Fuji Suprema' apresentou $1.613,9 \pm 737,63$ grãos de pólen por antera, em 'Galaxy' foi constatado a presença de $4.087,2 \pm 1.215,01$ grãos.

Tabela 3 - Número médio de grãos de pólen por antera, número médio de anteras por flor, e número médio de grãos de pólen por flor, na classe fenológica F1, dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, em Bom Retiro/SC, em 2012.

Cultivar	Nº de grãos de pólen/antera	Nº de anteras/flor	Nº de grãos de pólen/flor
Fuji Suprema	1.613,9±737,63 a	16,70±1,45 a	26.544,55±11.050,71 a
Galaxy	4.087,2±1.215,01 b	16±1,25 a	65.195,25±19.706,69 b
CV (%)	35,26	8,31	34,83

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pasqual et al. (1980), constataram que os cultivares Fuji e Gala, no estado de Santa Catarina, apresentavam 1.700 grãos de pólen/antera em 'Fuji' e 1.850 grãos de pólen/antera em 'Gala'. Quanto ao cv. Fuji os resultados se assemelham àqueles encontrados no cv. Fuji Suprema no presente trabalho. No cv. Galaxy, o número de grãos de pólen/antera é 221% superior ao resultado (1.850 grãos/antera) encontrado pelo referido autor.

Petri (1975) constatou que o número de grãos de pólen por antera em diversos cultivares de macieira, na região produtora de Fraiburgo/SC manteve-se entre 2.000 e 3.000. Estes valores são considerados menores que os obtidos nos Estados Unidos e Japão, onde oscilam entre 5.000 e 10.000 grãos de pólen por antera.

Cultivares com menor necessidade de frio tem geralmente maior número de grãos de pólen/antera do que os cultivares com maiores exigências de frio, e confirmam os resultados encontrados no presente experimento. O cultivar Gala se adapta bem a regiões de altitude (acima de 1.300 m), necessita de quebra de dormência em altitudes menores. É considerado como cultivar de média exigência de frio, de 600 HF (horas frio) abaixo de 7,2 °C. Já o cultivar Fuji é mais exigente em frio e necessita entre 700 a 800 HF menor de 7,2 °C, e apresenta falta de adaptação climática em regiões com menos de 1.300 m de altitude (PETRI ET AL. 2006).

Na análise de grãos de pólen em 18 cultivares de macieiras nos municípios de Jundiá, Monte Alegre do Sul e Tietê, todos no estado de São Paulo, por Dall'Orto et al (1985), constataram que o cv. Gala

apresentava 3.800 grãos de pólen/antera, e ‘Fuji’ apenas 1.970 grãos de pólen/antera.

Albuquerque Júnior et al. (2010a), em trabalhos com macieiras realizados na Epagri/Estação Experimental de Caçador/SC, em outubro de 2005, encontraram 5.185 grãos de pólen/antera no cultivar Imperatriz e 5.166 grãos de pólen/antera no cultivar Lisgala, superior ao número de grãos de pólen por antera observados em Bom Retiro nos cvs. Fuji Suprema e Galaxy.

Os cvs. Fuji Suprema e Galaxy tem um número médio de anteras por flor de $16,7 \pm 1,45$ e de $16 \pm 1,25$, respectivamente. Segundo Luchi (2002), o número de anteras nas flores de macieiras varia de 9 a 20, e decresce com o aumento da poliploidia. As flores diploides geralmente tem 18,5 anteras, triploides 16,9 e tetraploides 13,8.

Faoro et al. (2013), no município de Caçador, observaram que o cultivar Gala apresentou a média de 17,2 anteras por flor, semelhante ao cultivar Fuji, com 17,6 anteras por flor. Albuquerque Júnior et al. (2010b) observaram que o número de anteras/flor entre 12 cultivares avaliados, variou de 16,3 a 20. Os cultivares Baronesa, Fuji Suprema e Imperatriz apresentam o maior número de anteras por flor (média de 20). Já o cultivar Condessa foi o que revelou o menor número médio de anteras por flor (16,3). É importante salientar que nem sempre o maior número de anteras é indicativo de maior quantidade de grãos de pólen por flor.

No cultivar Galaxy, o número médio de anteras por flor observado foi de $16 \pm 1,25$, e no cultivar Fuji Suprema foi de $16,70 \pm 1,45$, que está de acordo com Faoro (2013), mas inferior ao encontrado por Albuquerque et al (2010 b).

O número médio de grãos de pólen por flor no cv. Galaxy foi de $65.195 \pm 19.706,69$ grãos de pólen/flor, enquanto que no cv. Fuji Suprema esse número alcançou apenas $26.544 \pm 11.050,71$ grãos de pólen/flor (Tabela 3).

Esses resultados vão de encontro aos resultados obtidos por Dall’Orto et al (1985), que observou a ocorrência de 74.860 grãos de pólen/flor em ‘Gala’ e de apenas 36.445 grãos de pólen/flor em ‘Fuji’.

Aparentemente, uma maior quantidade de grãos de pólen em ‘Galaxy’ indica uma maior adaptação às condições climáticas no local do experimento (875 m de altitude), sendo que o requerimento de horas/frio (HF) abaixo de $7,2^\circ\text{C}$ do cultivar é considerado mediano (600 HF), se comparado com o cultivar Fuji Suprema que possui requerimento entre 700-800 HF. De acordo com Petri et al. (1996), a maior quantidade de grãos pólen por flor encontrada em determinado

cultivar pode ter relação com a melhor adaptação climática onde as avaliações são realizadas.

4.4 CONCLUSÕES

Nas avaliações dos recursos florais em macieiras, o cultivar Galaxy apresenta maior e melhor oferta de recursos tróficos aos polinizadores. O número de flores nas plantas dos cultivares avaliados é semelhante. A produção de néctar é maior em flores do cultivar Galaxy. O teor de Sólidos Solúveis Totais no néctar do cultivar Galaxy apresenta maior °Brix na maioria das amostras avaliadas. O número de grãos de pólen produzidos nas anteras das flores do cultivar Galaxy é superior ao produzido no cultivar Fuji Suprema.

REFERÊNCIAS

ABROL, D. P. Energetics of nectar production in some apple cultivars as a predictor of floral choice by honeybees. **Tropical Ecology** 31:116-122. 1990.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, C. L.; DENARDI, F.; DANTAS, A. C. M.; NODARI, R. O desenvolvimento de tubos polínicos em cruzamentos entre cultivares brasileiras de macieira. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.45, n.11, p.1324-1327, nov. 2010a.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, C. L.; DENARDI, F.; DANTAS, A. C. M.; NODARI, R. O. Número de anteras por flor, grãos de pólen por antera e capacidade germinativa do pólen de diferentes cultivares de macieiras. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 4, p. 1255-1260. 2010b.

BAKER, H. G.; BAKER, I. **Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type**. In: C.E. Jones; R.J. Little (Eds.), *Handbook of Experimental Pollination Biology* (pp. 117–141) (scientific and academic editions). New York: Publisher. 1983.

BENEDEK, P.; FINTA, K. The effect of nectar production to the gathering behaviour of honeybees and to the foraging activity of wild bees at apple flowers. **International Journal of Horticultural Science**, 12 (2): 45–57. 2006.

BOSCH, J.; KEMP, W. P. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. **Bulletin of Entomological Research**, 92, pp 3-16. doi:10.1079/BER2001139. 2002.

CAMARGO, J. M. F. **Manual de apicultura**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo. 1972.

CARRILLO, J.; L.; R.; RÍOS, P.; C. **Manual de polinización apícola**. Secretaria de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Saltillo. México. s/d. 52 p. Disponível em: <<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachments/4/manpoli.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

COMPANHIA INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA - CIDASC - Estação de Avisos Fitossanitários de São Joaquim. DEINFRA – Bom Retiro. **Dados meteorológicos dos meses de setembro e outubro de 2012 e de outubro de 2013.** Fonte: CIDASC, 2013.

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

DALL'ORTO, F. A.; BARBOSA, W.; OJIMA, M.; DE CAMPOS, S. A. F. Análise de pólen em dezoito cultivares de macieira. **Bragantia.** Campinas, 44 (1): 421-427. 1985.

DENNIS JÚNIOR ; F. G. Fruit set. In.: **The fruit physiology:** growth e development. Published by good fruit grower. Yakima, Washington, USA – 1996, p. 165.

EPAGRI. **A cultura da macieira.** Florianópolis. 743 p. 2006.

FAORO, I. D., SCHWARTZ, M. L., FAGUNDES, E., YOSHIDA, H. T. Quantidade e qualidade do pólen e do néctar em flores de macieira cvs. Gala e Fuji, em diferentes fases florais (3 F x). **ANAIS do XIII ENFRUTE.** Vol. II – Resumos. EPAGRI, p. 136. Fraiburgo. 2013.

FARKAS, Á.; OROSZ-KOVÁČ, Z.; SZABO, L. G.; BUBAN, T. Floral attractivity of pear cultivar 'Cinderi'. **Int. J. Hort. Sci.** 6(1): 102-109. 2000.

FARKAS, Á.; ZAJÁČZ, E. Nectar production for the hungarian honey industry. **The European Journal of PlantScience and Biotechnology** 1(2), 125-151. 2007.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops.** 2.ed. London: Academic Press, 684p., 1993.

FREEMAN, C. E.; HEAD, K. C. Temperature and sucrose composition of floral nectars in *Ipomopsis longiflora* under field conditions. **Southwestern Naturalist**, 35, 423–426. 1990.

HOFFMAN, G. G.; THORP, R. The influence of néctar and pollen availability and blossom density on the attractiveness of almond cultivars to honeybees. **Acta Horticulturae**. 288: 299-302.1991.

JAKOBSEN, H. B.; KRISTJÁNSSON, K. Influence of temperature and floret age on nectar secretion in *trifolium repens* L. **Annals of Botany** 74: 327 – 334. 1994.

JAY, S. C. Spatial management of honeybees on crops. **Ann. Rev. Entomol.** 31:49-65. 1986.

KEARNS, C. A.; INOUYE, D. W. **Tecnicas for pollination biologists**. Colorado: University Press of Colorado, 630 p. 1993.

KOZMA, P.; NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; SZABO, Z. Floral Biology, Pollination and Fertilization in Temperate Zone Fruit Species and Grape. **Akadémiai Kiadó**. 621 p. 2003.

LABARE, K. M., BROYLES, S. B., KLOTZ, R. L. Exploring nectar biology to learn about pollinators. **The American Biology Teacher**, v. 62, n.4. 2000.

LAURI. P.; TÉROUANNE, E.; LESPINASSE, J. Quantitative analysis of relationships between inflorescence size, bearing-axis size and fruit set – an apple tree case study. **Annals of Botany**, vol. 77, p. 277-286. 1996.

LUCHI, V. L. Botânica e Fisiologia. In: EPAGRI. **A Cultura da macieira**. Florianópolis, p. 59-102. 2002.

OUKABLI, A.; BARTOLINI, S.; VITTI, R. Anatomical and morphological study of apple (*Malus X domestica* Borkh.) flower buds growing under inadequate winter chilling. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 78, n. 4, p.580-585. 2003.

PASQUAL, M.; PETRI, J. L.; PEREIRA, A.D. Estudos sobre a polinização dos cultivares de macieiras Gala e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Campinas, 2(3):56-72, 1980.

PÉTER, J. A gyümölcsfák mézelési értékelése nektártermelésük alapján. Agrártud. Egyetem Keszthely, Mosonmagyaróvári Mg. Kar Növénytani és Növényélettani Tansz. Közl. 1972, 15 (8): 5–32. In: Benedek, P.; Finta, K. The effect of nectar production to the gathering behaviour of honeybees and to the foraging activity of wild bees at apple flowers. **International Journal of Horticultural Science**, 12 (2): 45–5. 2006.

PETRI, J. L.; PASQUAL, M.; PELLEGRIN, M. **Estudo da quantidade de pólen em diversos cultivares de macieira (*Malus domestica* sp).** Anais do III Congresso Brasileiro de Fruticultura, Rio de Janeiro, Anais 2:467-471. 1975.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; SHUCK, E.; DU- CROQUET, J.P.H.J.; MATOS, C.S.; POLA, A.C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado.** Florianópolis: EPAGRI. 110p. (Boletim Técnico, 75). 1996.

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira.** Florianópolis: EPAGRI, p. 261 – 268. 2006.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; FIORAVANÇO, J. C.; HAWERROTH, F. J.; COUTO, M. Estudo da biologia floral de macieira cultivar Gala e Fuji. 169-184. In: **Inovações Tecnológicas para o Setor da Maçã – Inovamaçã:** Relatório Técnico / editor, Gilmar Ribeiro Nachtigall. -- Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 248 p. 2011.

SCHULTE, F.; LINGOTT, J.; PANNE, U.; KNEIPP, J. **Chemical characterization and classification of pollen.** Anal. Chem, 80, 9551–9556. 2008.

SCHULTZ, S. T. **Reproduction in plants.** Biology Reference. Disponível em: <<http://www.biologyreference.com/Re/Se/Reproduction-in-Plants.html>>. Acesso em 10 abr. 2014.

SHUEL, R. W. Influence of reproductive organs on secretion of sugars in flowers of *Streptosolen jamesonii*, Miers. **Plant Physiol.**, 36, 265. 1961.

SOSTER, M. T. B.; LATORRE, A. F. Avaliação da fenologia dos cultivares de macieira ‘Imperatriz’, ‘Gala’ e ‘Fuji’ em pomar em Bom Retiro/SC. **Biotemas**, 20 (4): 35-40. 2007.

TU, Y. **Endogenous gibberellins in developing apple seeds in relation to alternative bearing**. Dissertação de mestrado. Purdue University. Indiana, 84 p. 2000.

VIOLA – HANKE, M.; FLACHOWSKY, H.; PEIL, A.; HÄTTASCH, C. No Flower no Fruit –Genetic Potentials to Trigger Flowering in Fruit Trees. **Genes, Genomes and Genomics** 1(1), 1-20. 2007.

WILLIAMS, R. R.; BRAIN, P. Honey-bee activity when visiting flowers of the apple cultivars Cox’s Orange Pippin and Golden Delicious. **J. Hort. Sci.** 60: 25–28. 1985.

CAPÍTULO II

5 QUANTIFICAÇÃO E COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DE *Apis mellifera* NAS VISITAS ÀS FLORES DE ‘FUJI SUPREMA’, ‘GALAXY’ E ‘IMPERIAL GALA’

RESUMO

A frequência de visitas e o tipo de comportamento de forrageio dos polinizadores em flores de macieiras é um dos fatores importantes para determinar a eficiência da polinização e promover a frutificação efetiva. Maiores índices de visitação nas flores com visitas por cima podem proporcionar maior probabilidade de fecundação das flores e consequente frutificação. Manejos diferenciados de colmeias com introdução sequencial (IS), ampliação da densidade de colmeias (DD) e conjugação dos dois manejos (DD + IS) em comparação aos controles (C) nos pomares promovem maiores índices de visitação das flores e abelhas abordando as flores por cima com contato nas partes reprodutivas, com transferência de pólen compatível entre cultivares. Em 2012, em três tratamentos (T1 - C, T2 - IS, T3 - DD + IS) implantados na Fazenda Santa Clara, os maiores índices de visitação em ‘Fuji Suprema’ foram observados após a segunda introdução sequencial de colmeias no dia 02/10/2012. Em T3 (DD + IS), ocorreram frequências médias de visitação de $2,23 \pm 0,30$ abelhas/minuto/planta no dia 02/10/2012. Em T2 (IS), foram observadas $1,93 \pm 0,35$ abelhas/minuto/planta no dia 04/10/2012. Nas flores de ‘Galaxy’, foram observadas em T2, $2,82 \pm 0,59$ abelhas/minuto/planta no dia 02/10/2012 e $2,60 \pm 0,39$ abelhas/minuto/planta no dia 04/10/2012. Maiores proporções de visitas as flores por cima ocorreram em ‘Fuji Suprema’ (100% - T1) no dia 27/09/2012, e em ‘Galaxy’ (69% - T2) no dia 02/10/2012. Em 2013, na Fazenda Santa Clara, as maiores frequências de visitas observadas em ‘Fuji Suprema’ em T1 (Controle) ocorreram no dia 05/10/2013 ($2,07 \pm 0,28$ abelhas/minuto/planta). Em flores de ‘Galaxy’, as maiores frequências de visitas de abelhas foram no dia 05/10/2013 em T1 ($2,41 \pm 0,38$ abelhas/minuto/planta) e em T2 ($2,3 \pm 0,45$ abelhas/minuto/planta). Flores de ‘Fuji Suprema’ teve maiores proporções de visitas das abelhas por cima das flores (92% - T1 e 91% - T2) no dia 08/10/2013. Na Fazenda Barreiro, o maior índice de visitação em ‘Fuji Suprema’ foi de $2,75 \pm 0,27$ abelhas/minuto/planta em T2 (DD

+ IS) no dia 09/10/2012. Em 'Imperial Gala' foi observado $2,96 \pm 0,53$ abelhas/minuto/planta em T2 no dia 09/10/2012. As maiores proporções de visitas de abelhas por cima das flores ocorreu no dia 10/10/2013 em 'Fuji Suprema' (92%) e no dia 09/10/2013 em 'Imperial Gala' (89%). Como regra geral ocorreu diminuição gradual de visitas das abelhas às flores dos cultivares avaliados com o decorrer do tempo de permanência das colmeias nos pomares. A introdução sequencial de colmeias nos pomares quando 15% das flores estão em pós-antese (abertas) e na plena floração ganha importância na polinização quando as abelhas recém-chegadas ao pomar iniciam os voos de reconhecimento próximos às colmeias de origem, e podem ampliar os índices de visitação e com comportamento de coleta de alimentos por cima das flores, e assim promover maior probabilidade de fecundação das flores de macieiras. Maiores frequências de visitas das abelhas às flores são observadas em 'Galaxy' e em 'Imperial Gala' se comparadas com 'Fuji Suprema', o que pode estar relacionado à qualidade, quantidade e facilidade na coleta de néctar e pólen nas flores.

Palavras chave: Polinização. Macieiras. Abelhas.

ABSTRACT

The frequency of visits and the type of foraging behavior of pollinators in apple flowers is one of the important factors to determine the pollination efficiency and promote fruit set. Higher visitation rates topworking in flowers can provide higher probability of fertilization of flowers and subsequent fruit set. Managements of different hives with sequential introduction (IS), expansion of hives density (DD) and combination of the two managements (DD + IS) compared to controls (C) in the orchards promote higher visitation rates of flowers and bees covering the flowers over contact with the reproductive parts, with pollen transfer between compatible cultivars. In 2012, in three treatments (T1 - C, T2 - IS, T3 - DD + IS) in the Santa Clara Farm, the highest visitation rates in 'Fuji Suprema' were observed after the second sequential introduction of hives on 02/ 10/2012. In T3 (DD + IS), occurred average frequency of 2.23 ± 0.30 visitation bees / min / plant on 02/10/2012. T2 (IS) were observed in 1.93 ± 0.35 bees / min / plant on 04/10/2012. In the flowers of 'Galaxy', were observed in T2, 2.82 ± 0.59 bees / min / plant on 02/10/2012 and 2.60 ± 0.39 bees / min / plant on 04/10/ 2012. Further visits ratios up by the flowers occurred in 'Fuji

Suprema' (100% - T1) on 27/09/2012, and 'Galaxy' (69% - T2) on 02/10/2012. In 2013, in the Santa Clara, the highest frequency of visits observed in 'Fuji Suprema' T1 (control) occurred on 10.5.2013 (2.07 ± 0.28 bees / min / plant). In flowers of 'Galaxy', the highest frequencies of bee visits were on 05/10/2013 at T1 (2.41 ± 0.38 bees / min / plant) and T2 (2.3 ± 0.45 bees / min / plant). Flowers 'Fuji Suprema' has higher proportions of visits of bees topworking (92% - 91% and T1 - T2) on 10/08/2013. In Barreiro, the highest visitation rate in 'Fuji Suprema' was 2.75 ± 0.27 bees / min / plant in T2 (DD + IS) on 10/09/2012. In 'Imperial Gala' was observed 2.96 ± 0.53 bees / min / plant in T2 on 09/10/2012. Larger proportions of bees visiting topworking occurred on 10/10/2013 in Fuji Supreme (92%) and on 10/09/2013 under 'Imperial Gala' (89%). As a general rule there is a tendency to fade visiting bees to flowers of cultivars assessed during the residence time of the hives in the orchards. The sequential introduction of hives in the orchards when 15% of the flowers are in post-anthesis (open) and in full bloom gains importance in pollination when the orchard newcomers bees start the reconnaissance flights near the hives, and can enlarge visitation rates and topworking foraging behavior the flowers, and thus more likely to promote fertilization of apple flowers. Further bee visits to flowers frequencies are observed in 'Galaxy' and 'Imperial Gala' compared with 'Fuji Suprema', which may be related to the quality, quantity and ease of collecting nectar and pollen in flowers.

Keywords: Pollination. Apple trees. Bees.

5.1 INTRODUÇÃO

Para Singh et al. (2006), o índice de forrageio dos polinizadores em flores de uma determinada espécie é um dos fatores importantes para determinar a eficiência da polinização. A observação da frequência de visitação de polinizadores às flores de determinada cultura é o que determina o grau de sucesso da polinização dirigida, principalmente se esse processo é realizado basicamente por uma única espécie de inseto (CHACOFF; AIZEN, 2006).

O período de introdução de colmeias, em relação à fase de floração, influencia o número de abelhas que visitam as flores das plantas de macieiras. Trabalhos no campo têm mostrado que a colocação de colmeias no pomar antes da floração leva as abelhas a abandonarem definitivamente o pomar em detrimento de flores concorrentes em torno da área foco (STERN et al., 2005). As colmeias utilizadas para a realização dos serviços de polinização dirigida deverão ser transportadas aos pomares somente quando parte das flores estão abertas, no mínimo entre 5% e 10%. Se as colmeias são alocadas antes desses índices, há forte tendência na busca de fontes alternativas de alimentos (ABROL, 2012).

O período de permanência das abelhas em forrageio dentro da área desejada após a introdução das colmeias pode variar e depende da qualidade e da quantidade de néctar e pólen ofertados na área de interesse, e também da flora concorrente no raio de ação das abelhas. Diferentes observações mostram que introduções sequenciais de colmeias em pomares de frutas de clima temperado mantêm as abelhas em forrageio nas flores por apenas poucos dias (SAPIR et al., 2007).

A introdução de colmeias no pomar no início da floração permite às abelhas coletar alimentos, mas há tendência de ampliação gradual da área de forrageio. Ocorre a possibilidade de coleta de néctar e pólen em flores de outras plantas com maior e melhor oferta de néctar e de pólen, e diminui significativamente a visitação nas plantas de interesse (FREE, 1993). Para a superação deste problema, Al Tikrity et al. (1972) introduziram colmeias adicionais para forragear no pomar antes de ampliar sua área de ação, em visitas às flores concorrentes. Essa introdução sequencial de colmeias foi realizada pela primeira vez em pomares de pera, em Washington/USA (MAYER, 1994), como forma encontrada para aumentar o número de abelhas no pomar e o consequente aumento na frutificação.

O mesmo foi realizado por Dag e Stern (2001) em pomares de ‘Golden Delicious’ em Israel, com a introdução de 2,5 colmeias/ha (Controle) e de 5 colmeias/ha (Dupla densidade), ambas com introdução em 10% da floração em fase logo após a antese. A introdução sequencial em duas etapas ocorreu com a introdução da metade das colmeias do tratamento da dupla densidade, com 10% da floração em fase logo após a antese, e na plena floração. Os resultados obtidos com a dupla densidade em introdução sequencial (5 colmeias/ha) em relação à área controle (2,5 colmeias/ha) mostraram a visitação de 22 abelhas/minuto/planta, contra 3 abelhas/minuto/planta, respectivamente.

Introduções sequenciais de colmeias adquirem importância pelo fato de introduzir novas abelhas nos pomares, que irão realizar voos de reconhecimento em áreas próximas às colmeias e visitas com maior frequência em flores da cultura-alvo (DAG; STERN, 2001; STERN et al., 2005, 2007; SAPIR et al., 2007).

Percebe-se que o ambiente externo tem uma grande influência sobre o índice de forrageio das abelhas. Fatores como localização das flores nas plantas, temperatura, radiação solar, umidade relativa do ar e velocidade do vento podem afetar o esforço de forrageio das abelhas (GARY, 1992). Joshi e Joshi (2010), em observação de colmeias de *Apis mellifera* estabelecidas em pomares, constataram que ocorreu pouco ou nenhum voo em temperaturas abaixo de 10 °C. Em dias abertos e ensolarados, sem ventos, algum voo de forrageio foi observado a temperaturas entre 12 e 15 °C, e de forma contínua aumentaram a partir de 16 °C. Acima de 20 °C, atingia um nível elevado e relativamente constante.

Assim, pode-se notar que a temperatura têm um efeito significativo sobre a atividade de forrageio das abelhas. Em temperaturas abaixo de 13 °C, a atividade de voo das abelhas é limitada. A atividade de forrageio aumenta com a temperatura até cerca de 20 °C, acima da qual ela tende a ficar em um elevado nível (SOMERVILLE, 2000).

Jay (1986) constatou a necessidade de elevada frequência de visitação de abelhas para aumentar a frutificação efetiva em macieiras no Canadá. Ele estudou os fatores que podem influenciar a frequência de visitas das abelhas às flores. Entre os fatores que atraem as abelhas às flores das macieiras, estão o número de flores disponíveis que têm pólen e/ou néctar de fácil acesso, o volume de néctar secretado, e sua concentração de açúcares.

O tipo de visita das abelhas às flores de determinada cultura pode influenciar os índices de polinização. Abelhas coletoras de néctar podem

eventualmente se transformar em agentes polinizadores efetivos quando a coleta é realizada a partir da parte superior das flores (FREE, 1993). As abelhas inserem a língua em direção ao nectário, através dos pistilos e estames, e tocam naturalmente nas partes reprodutivas da flor (BENEDEK; NYÉKI, 1996).

As abelhas podem também apresentar comportamento de coleta de néctar e pólen simultaneamente, ou em ordem inversa. Pousam sobre a parte superior da flor, tocam as anteras na coleta ativa de pólen, e inserem a língua em direção ao nectário para realizar a coleta de néctar. Em uma única visita, elas podem fazer uma ou ambas as atividades (BENEDEK; NYÉKI, 1996).

O objetivo desse trabalho foi quantificar e qualificar as visitas de *Apis mellifera* nas flores dos cultivares avaliados com diferentes manejos das colmeias.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Diferentes manejos de colmeias foram implantados em três áreas comerciais de quatro hectares cada, em pomares de macieiras na Fazenda Santa Clara em 2012. A área experimental é composta de quatro quadras e estas possuem 4,81 ha, 2,73 ha, 4,19 ha, e 2,13 ha. As quadras foram adequadas para a implantação de três tratamentos (T1, T2, T3), com a retirada ou acréscimo de área de pomar para totalizar quatro hectares por tratamento. O programa ArcGis, um software de segmento vetorial em georreferenciamento foi usado para demarcar as áreas de estudo e demarcar a distribuição de 12 suportes para as colmeias para atingir as diferentes quadras do pomar.

As colmeias alocadas foram revisadas por amostragem antes de seu transporte para os pomares. As câmaras de crias estavam completas com dez favos cobertos com abelhas, com crias em diferentes estádios de desenvolvimento e alimentos armazenados (mel e pólen). Durante a permanência das colmeias nos pomares, por ser um período de floração intensa de essências nativas em torno dos pomares, melgueiras foram acrescentadas nas colmeias.

Os diferentes manejos das colmeias por área deu-se conforme os tratamentos propostos por Dag e Stern (2001), Stern et al. (2005) e Sapir et al. (2007):

Tratamento 1 - T1. Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, totalizando 12 colmeias nos 4 ha.

Tratamento 2 - T2. Introdução Sequencial (IS): distribuição de uma e meia (1,5) colmeia/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), mais a introdução de uma e meia (1,5) colmeias/ha⁻¹ na plena floração (50% de flores abertas), totalizando 12 colmeias nos 4 ha.

Tratamento 3 - T3. Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas) e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, totalizando 24 colmeias nos 4 ha.

As colmeias foram distribuídas no dia 25/09/2012 (T1 – 12 colmeias; T2 – 06 colmeias, T3 – 12 colmeias) quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e no dia 02/10/2012 (T2 – 06 colmeias, T3 – 12 colmeias) na plena floração.

Em 2013, foram utilizados dois sistemas de tratamentos:

a) Fazenda Santa Clara:

Tratamento 1 - T1. Controle (C): com a introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, em quatro (4) hectares, totalizando 12 colmeias.

Tratamento 2 - T2. Introdução Sequencial (IS): distribuição de uma e meia (1,5) colmeia/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e a introdução de uma e meia (1,5) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, em nove (9) hectares, totalizando 27 colmeias.

As colmeias foram distribuídas no dia 02/10/2013 (T1 – 12 colmeias; T2 – 14 colmeias,) quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e no dia 07/10/2013 (T2 – 13 colmeias), na plena floração.

b) Fazenda Barreiro:

Tratamento 1 - T1. Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, em 1,75 ha, totalizando cinco (5) colmeias.

Tratamento 2 - T2. Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹, quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, em 14,62 ha, totalizando 90 colmeias.

A distribuição das colmeias ocorreu no dia 04/10/2013 (T2 – 45 colmeias) quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e no dia 08/10/2013 (T2 – 45 colmeias) na plena floração.

Em T1, a distribuição das colmeias ocorreu no dia 10/10/2013 (cinco colmeias), quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas).

Nos três tratamentos (T1, T2, T3) realizados nas duas fazendas, em 2012 e 2013, foram avaliadas a quantidade (número de abelhas/minuto/planta) e os tipos de visitas (por cima ou pelos lados nas flores) de *Apis mellifera* nos cultivares Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala. Na contagem de abelhas, foi registrada a visita de uma abelha chegando às flores, vinda de fora da planta. Os tipos de visitas considerados foram por cima (C) ou pelos lados (L), independente se a coleta fosse de néctar, pólen ou ambos. Se a mesma abelha observada visitasse n flores em uma planta, com diferentes padrões de comportamento de forrageio, era registrada apenas uma visita, e o primeiro comportamento de coleta observado. As observações foram registradas em planilhas, com o auxílio de cronômetro e contador manual.

Antes das avaliações, as temperaturas ambientais e a contagem de saída de abelhas das colmeias foram registradas.

Em 2012, na Fazenda Santa Clara, as avaliações ocorreram em 36 plantas do cultivar Fuji Suprema e em 36 plantas do cultivar Galaxy, em distâncias intermediárias entre 9 m e 45 m a partir das colmeias (72 repetições por tratamento) nos dias 27/09/2012 (12:30 hs) em T1, T2, T3; 29/09/2012 (10:30 hs) em T1, T3; 02/10/2012 (14:00 hs) em T2, T3; e 04/10/2012 (10:00 hs) em T1, T2, T3.

Em 2013, os períodos e locais de avaliações aconteceram em 36 plantas do cultivar Fuji Suprema e em 36 plantas do cultivar Galaxy, em distâncias intermediárias entre 27 m e 90 m a partir das colmeias (72 repetições por tratamento) nos dias 04/10/2013 (13:30 hs) em T1 e T2; 05/10/2013 (08:00 hs) em T1 e T2; 06/10/2013 (09:30 hs) em T1 e T2; 07/10/2013 (11:00 hs) em T1 e T2; 08/10/2013 (09:00 hs) em T1 e T2; e 10/10/2013 (13:00 hs) em T1 e T2.

Na Fazenda Barreiro, os períodos e locais de avaliações aconteceram em 36 plantas do cultivar Fuji Suprema e em 36 plantas do cultivar Imperial Gala em distâncias intermediárias entre 27 m, e 90 m a partir das colmeias (72 repetições por tratamento) em datas distintas, devido à diferença do período de floração entre as quadras sete e 16 do tratamento um (T1) e do tratamento dois (T2). No tratamento dois (T2), as observações foram nos dias 5/10/2013 (12:00 hs); 06/10/2013 (11:00 hs); 07/10/2013 (16:00 hs); 09/10/2013 (10:00 hs); 10/10/2013 (10:00 hs). Em T1, as avaliações ocorreram nos dias 12/10/2013 (10:00 hs); 13/10/2013 (13:00 hs); 14/10/2013 (13:00 hs); 15/10/2013 (09:00 hs);

16/10/2013 (14:00 hs).

Os resultados da quantificação de visitas das abelhas às flores foram transformados pela fórmula $X = \sqrt{y+1}$, avaliados por análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Assisat.

Os resultados sobre o comportamento de forrageio das abelhas nas flores de macieiras são apresentados na forma de gráficos.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de forrageio dos polinizadores em flores de uma determinada espécie é um dos fatores importantes para determinar a eficiência da polinização (SINGH et al., 2006). A observação da frequência de visitação de polinizadores às flores de determinada cultura é um componente importante que determina o grau de sucesso da polinização dirigida, principalmente se esse processo é realizado basicamente por uma única espécie (CHACOFF; AIZEN, 2006).

Em 2012, a introdução das colmeias no pomar em T1, T2 e T3 ocorreu na noite de 25/09/2012. No dia 26/09/2012 a temperatura máxima atingiu 14,9 °C e a mínima apenas 1,6 °C, e fez com que as avaliações de quantificação de visitação de *Apis mellifera* às flores do pomar fossem suspensas, pois não ocorria movimentação de abelhas nas colmeias alocadas. A primeira avaliação ocorreu no dia 27/09/2012 às 12 h, em que a temperatura ambiental alcançou 14 °C. Os resultados das frequências médias de visitação das abelhas às flores de macieiras são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Frequências médias de visitação de *Apis mellifera* às flores de plantas de macieiras dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy em três (3) tratamentos (Tratamento 1 - T1. Controle (C); Tratamento 2 - T2. Introdução Sequencial (IS); e Tratamento 3 - T3. Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS)) no período de 27/09/2012 a 04/10/2012, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC, em 2012.

Número de abelhas/minuteoplanta 2012 - Fazenda Santa Clara									
			Fuji Suprema			Galaxy			
Data	Horário (h)	Temp. (°C)	T1	T2	T3	T1	T2	T3	CV%
27/09/2012	12h30min	14	1,08 ± 0,37 c	2,01 ± 0,59 b	1,35 ± 0,65 c	1,23 ± 0,35 c	1,43 ± 0,72 c	2,51 ± 0,72a	39,87
29/09/2012	10h30min	15	1,11 ± 0,21ab		1,10 ± 0,19 b	1,23 ± 0,31 ab		1,29 ± 0,31a	24,98
02/10/2012	14h	22		1,84 ± 0,40 c	2,23 ± 0,30b		2,82 ± 0,59 a	2,53 ± 0,33ab	22,65
04/10/2012	10h	23	1,64 ± 0,53 b	1,93 ± 0,35b	1,86 ± 0,46 b	2,29 ± 0,40a	2,60 ± 0,39a	2,50 ± 0,38 a	22,14

*As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1 - Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, totalizando 12 colmeias nos 4 ha.

T2 - Introdução Sequencial (IS): distribuição de uma e meia (1,5) colmeia/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), mais a introdução de uma e meia (1,5) colmeias/ha⁻¹ na plena floração (50% de flores abertas), totalizando 12 colmeias nos 4 ha.

T3 - Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas) e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, totalizando 24 colmeias nos 4 ha.

Observou-se que após a introdução do segundo lote de colmeias em T2 e T3, em 02/10/2012, o número de abelhas/minuto/planta que tinha reduzido para $1,10 \pm 0,19$ em 'Fuji Suprema' e $1,29 \pm 0,31$ em 'Galaxy' (T3), imediatamente aumentou para $1,84 \pm 0,40$ no T2 e $2,23 \pm 0,30$ em T3, em 'Fuji Suprema'. Da mesma maneira, também aumentou para $2,82 \pm 0,59$ no T2 e $2,53 \pm 0,33$ no T3, no cultivar Galaxy. Nesse último cultivar esses valores se mantiveram estáveis até dois dias após, e reduziu pouco no cultivar Fuji Suprema.

Após a introdução do segundo lote de colmeias (02/10/2012) em T2 e em T3, ocorreu aumento de visitas também em T1 no dia 04/10/2012. Esse fato pode ter sido ocasionado pela pouca distância (< 500 m) entre as quadras que receberam os três (3) tratamentos, e proporcionou a visitação de novas abelhas em toda a área do pomar.

A partir do dia 02/10/2012, a temperatura ambiental no pomar durante as avaliações aumentou de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ no dia 29/09/2012 para $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ no dia 02/10/2012 e $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ no dia 04/10/2012. Esse fato pode ter contribuído também para o aumento da frequência de atividades de forrageio das abelhas nas flores.

Em 2013, na Fazenda Santa Clara (Tabela 5), a partir da entrada das colmeias nos tratamentos T1 e T2 (02/10/2013), os maiores índices de visitas foram em T1 desde o dia 04/10/2013 até o dia da segunda introdução de colmeias em T2 (07/10/2013), quando em T2 ampliou a frequência de visitas para os cultivares avaliadas, a qual se tornou superior a T1, o que pode ser observado na Tabela 5. Esse índice pode ter ocorrido devido ao fato de que em T2 até o dia 07/10/2013 possuía metade da densidade de colmeias por hectare do que em T1. As maiores frequências de visitas observadas em 'Fuji Suprema' em T1, foram no dia 05/10/2013 ($2,07 \pm 0,28$ abelhas/minuto/planta). E em T2, $1,81 \pm 0,38$ abelhas/minuto/planta no dia 07/10/2013. As menores frequências foram no dia 8/10/2013 ($1,33 \pm 0,33$ abelhas/minuto/planta) como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 - Frequências médias de visitação de *Apis mellifera* às flores de plantas de macieiras dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy em dois tratamentos: Tratamento 1 - T1. Controle (C); Tratamento 2 - T2. Introdução Sequencial (IS) no período de 04/10/2013 a 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC, em 2013.

Número de abelhas/minutoplanta 2012 - Fazenda Santa Clara							
Fuji Suprema					Galaxy		CV%
Data	Horário (h)	Temp. (°C)	T1	T2	T1	T2	
04/10/13	13 h 30 min	23	1,46 ± 0,30 b	1,56 ± 0,31 b	1,98 ± 0,30 a	1,85 ± 0,31 a	22,38
05/10/13	14 h 30 min	21	2,07 ± 0,28 b	1,69 ± 0,46 c	2,41 ± 0,38 a	2,3 ± 0,45 ab	20,67
06/10/13	9 h 30 min	18	1,76 ± 0,31 a	1,75 ± 0,30 a	1,93 ± 0,29 ^a	1,83 ± 0,28 a	16,84
07/10/13	11 h	19	1,43 ± 0,35 b	1,81 ± 0,38 a	1,69 ± 0,52 ab	1,94 ± 0,39 a	27,42
08/10/13	9 h	21	1,33 ± 0,33 b	1,75 ± 0,38 a	1,62 ± 0,50 a	1,83 ± 0,39 a	25,1
10/10/13	13 h	22	1,38 ± 0,39 b	1,45 ± 0,37 b	1,56 ± 0,45 b	1,84 ± 0,29 a	26

*As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1 - Controle (C): com a introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, em quatro (4) hectares, totalizando 12 colmeias.

T2 - Introdução Sequencial (IS): distribuição de uma e meia (1,5) colmeia/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e a introdução de uma e meia (1,5) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, em nove (9) hectares, totalizando 27 colmeias.

Em flores de ‘Galaxy’, as maiores frequências de visitas de abelhas ocorreram no dia 05/10/2013 em T1 ($2,41 \pm 0,38$ abelhas/minuto/planta) e em T2 ($2,3 \pm 0,45$ abelhas/minuto/planta). As menores frequências foram no dia 10/10/2013 em T1 ($1,56 \pm 0,45$ abelhas/minuto/planta). Em ‘Fuji Suprema’ em T1, ocorreu uma diminuição gradual das frequências de visitas com o decorrer do período de permanência das colmeias dentro da área experimental. A diminuição se torna marcante a partir do dia 07/10/2013 ($1,43 \pm 0,45$ abelhas/minuto/planta), até o último dia de observação em 10/10/2013 ($1,38 \pm 0,45$ abelhas/minuto/planta). Em T2, a partir da segunda introdução sequencial de colmeias (07/10/2013), há aumento das frequências de visitas se comparada com os períodos de avaliações anteriores; porém, nos períodos de avaliações posteriores, inicia a diminuição da visitação de abelhas às flores como mostra a Tabela 5.

Em ‘Galaxy’, em T1, há uma diminuição gradativa das visitas desde o primeiro dia de avaliação (04/10/2013) até o último dia (10/10/2013). Em T2, essas observações se tornam menos marcantes, com médias homogêneas do início ao final dos períodos de avaliações com leve aumento no do T2 a partir da introdução das novas colmeias (07/10/2013) e como pode ser observado na Tabela 5.

Na Fazenda Barreiro (Tabela 6), em 2013, em T1 para ambos cultivares avaliados, há diminuição das frequências de visitação a partir de 12/10/2013 até 16/10/2013 como pode ser observado na Tabela 6. Em ‘Fuji Suprema’ no dia 12/10/2013, as frequências médias de visitas de abelhas foi de $1,79 \pm 0,32$ abelhas/minuto/planta, e diminuiu gradativamente até atingir $1,50 \pm 0,38$ abelhas/minuto/planta no dia 16/10/2013. Nas avaliações em ‘Imperial Gala’, a diminuição das frequências médias de visitas são marcantes indicando $1,90 \pm 0,49$ abelhas/minuto/planta no dia 12/10/2013 para $1,45 \pm 0,40$ abelhas/minuto/planta no dia 16/10/2013.

Em T2, tanto em ‘Fuji Suprema’ quanto em ‘Imperial Gala’, há uma diminuição gradativa das frequências até a segunda introdução de colmeias (08/10/2013), quando então as frequências aumentam novamente, e posteriormente diminuem, de acordo com os dados da Tabela 6.

Tabela 6 - Frequências médias de visitação de *Apis mellifera* às flores de plantas de macieiras dos cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala em dois tratamentos (Tratamento 1 - T1). Controle (C) no período de 12/10/2013 a 16/10/2013; Tratamento 2 – T2. Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS), no período de 05/10/2013 a 10/10/2013, em pomar na Fazenda Barreiro, em Bom Retiro/SC, 2013.

Número de abelhas/minuto/planta 2013 - Fazenda Barreiro							
Datas	Horários (h)	Temp. (°C)	Fuji Suprema		Imperial Gala		CV%
			T1	T2	T1	T2	
T1- 12/10/2012;T2 - 05/10/2013	T1 -10 h;T2 -12 h:	T1 - 19;T2 - 24	1,79 ± 0,32 c	2,27 ± 0,48 b	1,90 ± 0,49 c	2,89 ± 0,40 a	21,5
T1 - 13/10/2012;T2 - 06/10/2012	T1 - 13 h;T2 - 11 h:	T1 - 21;T2 - 20	1,48 ± 0,31 b	1,41 ± 0,37 b	1,58 ± 0,32 b	2,27 ± 0,36 a	21,5
T1 - 14/10/2012;T2 - 07/10/2012	T1- 16 h;T2 – 16 h:	T1 - 24;T2 - 21	1,37 ± 0,34bc	1,21 ± 0,25 c	1,55 ± 0,41 b	1,89 ± 0,36 a	23,52
T1 - 15/10/2012;T2 - 09/10/2012	T1 - 9 h;T2 - 10 h:	T1 - 22;T2 - 22	1,48 ± 0,36 b	2,75 ± 0,27 a	1,56 ± 0,45 b	2,96 ± 0,53 a	20,61
T1 - 16/10/2012;T2 - 10/10/2012	T1 - 14 h;T2 - 10 h:	T1 - 18;T2 - 22	1,50 ± 0,38 c	1,80 ± 0,30 b	1,45 ± 0,40 c	2,84 ± 0,36 a	20,13

* As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1 - Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, em 1,75 ha, totalizando cinco (5) colmeias.

T2 - Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹, quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, em 14,62 ha, totalizando 90 colmeias.

Em Imperial Gala, no tratamento dois (T2) ocorreram as maiores frequências de visitação das abelhas às flores. As maiores médias foram observadas nos dias 05/10/2013 ($2,89 \pm 0,40$ abelhas/minuto/planta) e 09/10/2013 ($2,96 \pm 0,56$ abelhas/minuto/planta). Em 'Fuji Suprema' ocorreu situação semelhante, em que a maior frequência ($2,75 \pm 0,27$ abelhas/minuto/planta) foi observada no dia 09/10/2013.

Como regra geral, há uma tendência de diminuição gradual de visitas das abelhas às flores dos cultivares avaliadas. Em 2013, diminuem as visitas nos tratamentos T1 e T2 para os cultivares avaliados, de acordo com o decorrer do tempo de permanência das colmeias nos pomares, como mostram as Tabelas 5 e 6.

Em pomares de fruteiras de clima temperado, incluindo as macieiras, a introdução de colmeias no início da floração faz com que as abelhas visitem as flores da cultura-alvo. As abelhas ampliam gradativamente a área de forrageio, que resulta em uma diminuição de visitas nas flores do pomar com o decorrer dos dias, em detrimento de visitação de flores no entorno, o que é comprovado em pomares de macieiras e pereiras nos trabalhos de Al Tikrity (1972), Free et al. (1993), Stern e Gazit (1996), Paranhos et al. (1998), Delaplane e Mayer (2000), Javorek et al. (2002), Fell (2005), Stern et al. (2007), Shafir (2011), Calderone, (2012), Delaplane et al. (2013).

A diminuição gradual de visitação das abelhas às flores dos pomares é revertida no tratamento dois (T2) na Fazenda Santa Clara (IS) e na Fazenda Barreiro (DD + IS) com colmeias em introdução sequencial no dia 08/10/2013, com atividade de forrageio de novas abelhas. Entretanto, com o decorrer do período de permanência das colmeias no pomar, pode ser observada novamente uma diminuição da visitação das abelhas nas flores de macieiras logo após dois dias (Tabelas 5 e 6). Uma segunda introdução de colmeias ganha importância na polinização quando as abelhas recém-chegadas ao pomar iniciam os voos de reconhecimento próximos às colmeias de origem, ampliam os índices de visitação com maior probabilidade de fecundação das flores de macieiras (PARANHOS et al., 1998; DAG; STERN, 2001; STERN et al., 2005, 2007; SHAFIR, 2011; DELAPLANE et al., 2013; RAMÍREZ; DAVENPORT, 2013).

Em 2012, na Fazenda Santa Clara, no tratamento controle (T1) a tendência de diminuição de frequências de visitas em função do tempo de permanência das colmeias nos pomares não ocorre. Ao contrário, há aumento das frequências de visitas em função do tempo de permanência das colmeias no pomar, principalmente com a introdução de novas

colmeias nos tratamentos T2 e T3. Também ocorrem maiores índices de visitação no tratamento dois (T2), mesmo com metade da densidade de colmeias por hectare em relação ao T1 e ao T3 até o dia 02/10/2012, quando a segunda introdução de colmeias foi realizada. Esses resultados podem ser explicados pela proximidade da implantação dos três tratamentos no pomar. Distâncias próximas (< 500 m) entre as quadras com os respectivos tratamentos podem ter promovido interferência nas avaliações da visitação das abelhas, que forragearam em todas as quadras do pomar, pois as abelhas conseguem forragear facilmente em distâncias até 1 km em pomares (BEEKMAN; RATNIEKS, 2000; BEEKMAN et al., 2004.).

As atividades de visitação das abelhas às flores de uma cultura-alvo podem estar relacionadas com a atividade de voo das abelhas em função da temperatura. Joshi e Joshi (2010) constataram que, em temperaturas ambientais mais baixas, menos abelhas são observadas em atividade de coleta de alimentos, e há uma maior tendência das abelhas em forragearem próximas das colmeias.

Em 2013, na Fazenda Santa Clara ocorreram variações de temperaturas ambientais durante as observações, e a anotação da saída de abelhas das colmeias antes de se fazer a contagem de abelhas nas plantas de macieiras, o que pode ser observado na Figura 9.

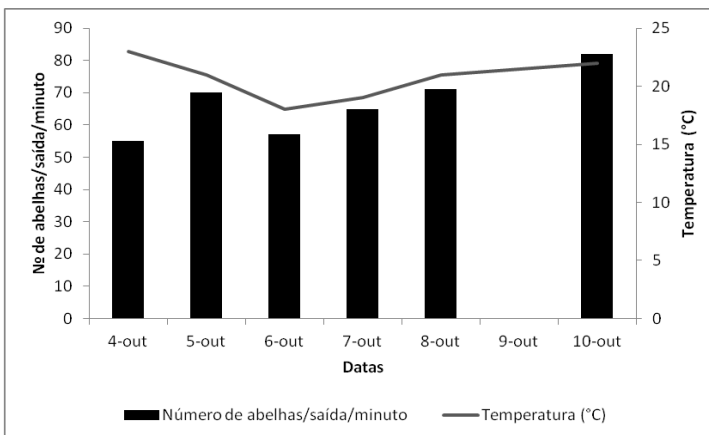


Figura 9 - Atividade de voo das abelhas nas colmeias, por minuto, em função das temperaturas ambientais (°C) registradas próximas às áreas de avaliações da quantificação de abelhas, em plantas de macieiras entre os dias 04/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC.

Há correlações positivas entre a temperatura e a atividade de forrageio em *Apis mellifera*, como pode ser observado na Figura 9. No dia 05/10/2013, com temperatura de 21 °C o número de abelhas/saída/minuto a partir das colmeias é de 70. Em 06/10/2013, em uma temperatura de 18 °C, ocorreu a diminuição da atividade de voo das abelhas (57 abelhas/saída/minuto). Dia 07/10/2013 a temperatura ambiental aumentou para 19 °C e incrementou a atividade das abelhas (65 abelhas/saída/minuto). No dia 10/10/2013, a temperatura atingiu 22 °C e verificou-se a maior atividade de voo das abelhas durante as avaliações (82 abelhas/saída/minuto).

A atividade de forrageio de *Apis mellifera* inicia com maior frequência a partir de 12,5 °C. *Apis mellifera* é uma espécie endotérmica, capaz de se aquecer através de movimentação dos músculos, e atingir temperaturas torácicas 15 °C acima da temperatura ambiente (VICENS; BOSCH, 2000). Entretanto, por causa do aquecimento corporal, com o requerimento do aumento da temperatura torácica, as abelhas não conseguem realizar voos ininterruptos quando as temperaturas ambientais forem inferiores a 12 °C (HEINRICH, 1993).

O tamanho da população de uma colmeia e as suas reservas de alimentos tem uma relação direta com a temperatura na qual as abelhas vão sair da colmeia para voar. Somente colmeias populosas tem atividades externas em baixas temperaturas. As abelhas mantêm seus ninhos, na área destinada à criação, a uma temperatura constante de 37 °C. Há relação entre a baixa temperatura externa e a quantidade de população de abelhas nas colmeias necessárias para manter essa temperatura, e o excedente de abelhas adultas que estarão disponíveis para tarefas de forrageio (SOMERVILLE, 2000).

Os resultados da quantificação de visitas de abelhas às flores de macieiras mesmo com números transformados, e não absolutos, podem ser considerados baixos em relação à atividade de voo das abelhas nas colmeias localizadas no pomar da Fazenda Santa Clara.

Concomitantemente à floração das macieiras, foi observado no entorno do pomar grande frequência de abelhas em flores de bracatinga (*Mimosa scabrella* B.) com flores abertas (pós-antese). Pegoraro e Carpanezzi (1995) observaram nessa espécie o peso do néctar em até 9,16 mg/inflorescência e um teor de SST em torno de 39,33%. Esses dados foram coletados a partir de temperaturas que se situavam entre 10 °C e 12 °C. A bracatinga é uma planta conhecida dos apicultores do planalto serrano catarinense por ser uma das primeiras espécies a

florescer no início da primavera, proporcionando rápido crescimento dos enxames de *Apis mellifera*, e de colheitas de mel satisfatórias.

Na quantificação de abelhas em 2012 e em 2013, nas 63 avaliações realizadas em todos os tratamentos nas diferentes datas, houve maiores frequências de visitas das abelhas em ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’ comparativamente com ‘Fuji Suprema’, e que podem ser observados nas Tabelas 4, 5 e 6. Apenas em duas avaliações ‘Fuji Suprema’ superou as frequências de visitação em ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’. Em 2012, no dia 27/09/2012, na Fazenda Santa Clara, em T2, a frequência de visitação em ‘Fuji Suprema’ apontou $2,01 \pm 0,59$ abelhas/minuto/planta, enquanto que em ‘Galaxy’ apresentou apenas a contagem de $1,43 \pm 0,72$ abelhas/minuto/planta. Em 2013, no dia 16/10/2013 na Fazenda Barreiro em T1, a frequência de visitação em ‘Fuji Suprema’ apontou $1,50 \pm 0,38$ abelhas/minuto/planta, enquanto que em ‘Imperial Gala’ apresentou apenas a contagem de $1,45 \pm 0,40$ abelhas/minuto/planta.

Frequências de visitação de abelhas, ou mesmo o tipo de visitas, podem ser influenciadas por vários fatores, entre eles, a quantidade de néctar disponível para a coleta. Jay (1986), constatou a necessidade da alta frequência de visitação de abelhas para aumentar a frutificação efetiva em macieiras no Canadá. Estudou os fatores que podem influenciar a frequência de visitas das abelhas às flores, entre os quais estão o número de flores disponíveis que têm pólen e/ou néctar de fácil acesso, o volume de néctar secretado e sua concentração de açúcares. A concentração de açúcares no néctar determina quais espécies de flores serão visitadas, enquanto que o volume de secreção de néctar determina o número de abelhas que irão coletar nessas flores (BUTTLER, 1945; KEVAN; MENZEL, 2012).

Em Bom Retiro, no ano de 2012, as flores dos cultivares de macieiras avaliados apontaram maior número de flores em ‘Galaxy’ (Figura 7), maiores volumes de secreção de néctar em flores de ‘Galaxy’ do que em ‘Fuji Suprema’, observados na Tabela 2. A concentração de Sólidos Solúveis Totais (SST) apresentou maiores teores na maior parte das amostras avaliadas nos néctares de ‘Galaxy’, comparativamente à ‘Fuji Suprema’ (Figura 8).

Portanto, maiores frequências de visitação em plantas dos cultivares Galaxy e Imperial Gala podem estar associadas ao maior número de flores nas plantas, a um maior volume de néctar secretado pelas flores das plantas, e com maior teor de SST.

Benedek e Finta (2006), verificaram que a disponibilidade de néctar aos polinizadores influenciou decisivamente o incremento de

atividades das abelhas visitando as flores, sobretudo para abelhas com comportamento de coleta de néctar pelo lado da flor, sem tocar nas partes reprodutivas.

Os tipos de visitas das abelhas às flores de macieira foram avaliados nos mesmos períodos das avaliações das frequências de visitação. As proporções de abelhas na coleta de néctar ou pólen, ou ambos, a partir de flores de diferentes espécies de plantas frutíferas, dependem da disponibilidade relativa de néctar e pólen no momento da coleta e das necessidades alimentícias da colmeia. Por isso, é natural observar diferentes registros de proporção de comportamento de coleta (VERMA; DULTA, 1986).

Em 2012, em plantas de ‘Fuji Suprema’, as maiores proporções de visitação de abelhas por cima das flores ocorreram nos dias 27/09/2012 em T1 (100%); 29/09/2012 em T1 (86%) e T3 (89%), conforme ilustra a Figura 10.

Abelhas na coleta lateral de néctar apresentaram maiores proporções no dia 27/09/2012 em T3 (70%), no dia 02/10/2012 em T2 (87%), e no dia 04/10/2012 em T2 (71%).

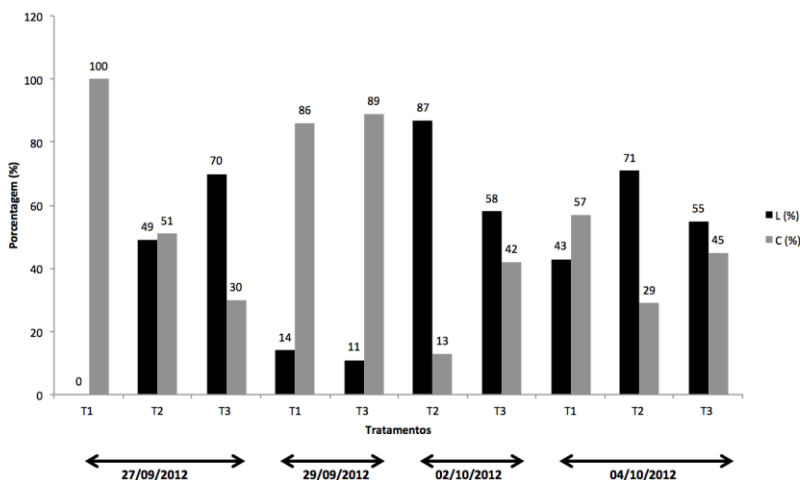


Figura 10 - Tipos de visitas de *Apis mellifera* em flores de ‘Fuji Suprema’ nos tratamentos T1 (C), T2 (IS), T3 (DD + IS) entre os dias 27/09/2012 e 04/10/2012, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.

Em flores de ‘Galaxy’, no dia 29/09/2012, as maiores proporções de visitas das abelhas ocorreram pelos lados das flores (82% em T1 e 71% em T2). E no dia 04/10/2012, em T2, a proporção foi de 74%. Apenas em dois períodos de avaliações (02/10/2012 – T2 (69%) e 04/10/2012 – T1 (52%)), a proporção de abelhas na coleta de alimentos nas flores por cima (C) superou as visitas pelos lados (L), o que pode ser constatado na Figura 11.

No período de 27/09/2012, no tratamento um (T1), a proporção de abelhas em visitas às flores pelos lados foi de 50% nas avaliações. No dia 29/09/2012, a proporção ampliou para 82%. Em T3, nas primeiras avaliações (27/09/2012), era de 62%, e aumentou para 71% (29/09/2012).

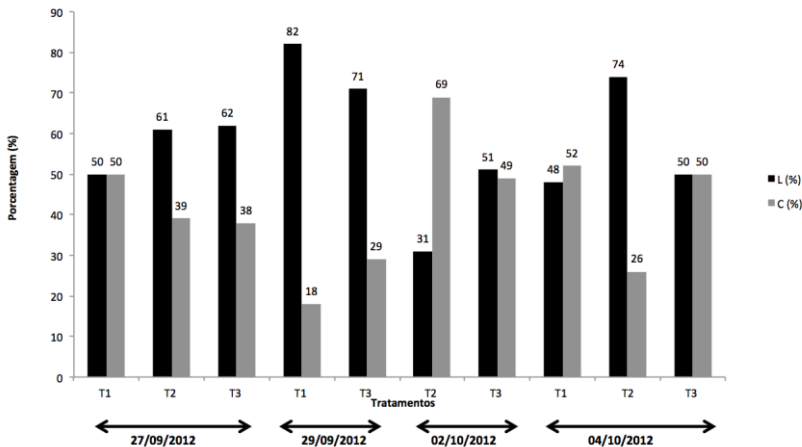


Figura 11 - Tipos de visitas de *Apis mellifera* em flores de ‘Galaxy’ nos tratamentos T1 (C), T2 (IS), T3 (DD + IS) entre os dias 27/09/2012 e 04/10/2012, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.

A Figura 12 revela que, em 2013, em todos os períodos de avaliações em ‘Fuji Suprema’, visitas das abelhas por cima (C) nas flores em maiores proporções do as visitas pelos lados (L).

Os maiores índices de visitação de abelhas por cima das flores foram em T1 (92%) e em T2 (91%) no dia 08/10/2013, após a introdução sequencial de colmeias (IS), no dia 07/10/2013.

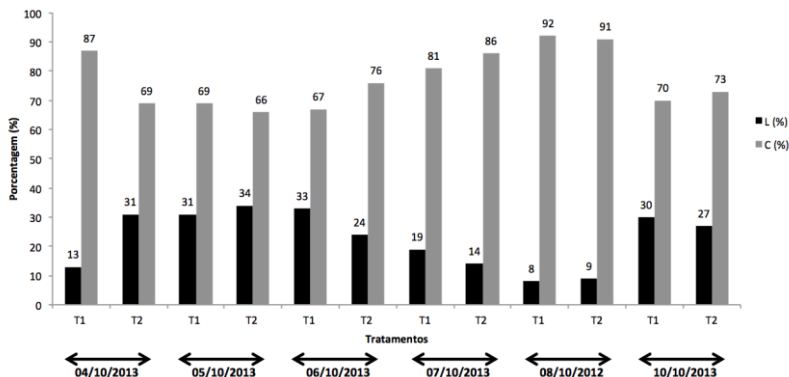


Figura 12 - Tipos de visitas de *Apis mellifera* em flores de ‘Fuji Suprema’ nos tratamentos T1 (C) e T2 (IS), entre os dias 04/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores

Em ‘Galaxy’, após a entrada das colmeias nos pomares dia 02/10/2013, a partir das primeiras avaliações (04/10/2013) ocorreram maiores proporções de abelhas em visitas às flores por cima em T1 e em T2. No decorrer do período de permanência das colmeias no pomar entre os dias 05/10/2013 e 06/10/2013, há diminuição das visitas por cima nas flores, em detrimento do aumento das proporções de abelhas em visitas às flores pelos lados, como mostra a Figura 13. Na madrugada do dia 07/10/2013, após a entrada de novas colmeias em T2 (IS), há aumento significativo da proporção da visitação das abelhas por cima das flores (57% comparado com 40% no dia 06/10/2013). Essa proporção é marcante no dia 08/10/2013 em que 78% das visitas das abelhas em flores de ‘Galaxy’ são realizadas por cima, e diminuem para 53% no dia 10/10/2013.

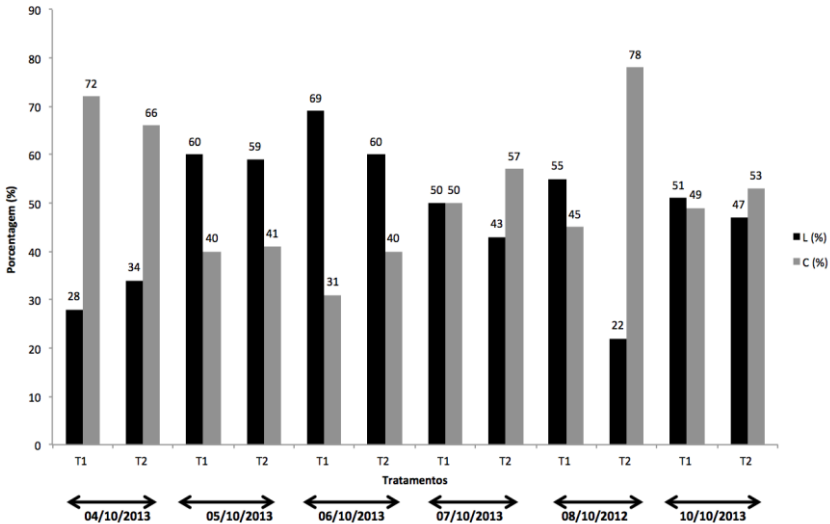


Figura 13 - Tipos de visitas de *Apis mellifera* em flores de ‘Galaxy’ nos tratamentos T1 (C), e T2 (IS), entre os dias 04/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Santa Clara, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.

Na Fazenda Barreiro, no tratamento um (T1), a visitação das abelhas por cima, nas flores de ‘Fuji Suprema’, predominou, se comparada com as visitas pelos lados da flor, como ilustra a Figura 14. No dia 14/10/2013, ocorreu a maior proporção de visitas por cima nas flores (78%), e a menor proporção foi observada no dia 13/10/2013 (60%). No mesmo dia, as proporções de abelhas em coleta lateral apresentou sua maior frequência (40%). A proporção de visitas por cima observadas em T1 a partir do dia 14/10/2013 (78%) apresenta tendência de diminuição nas avaliações dos dias posteriores, enquanto que visitas pelos lados (22%) tem aumento nas proporções, de acordo com a Figura 14. Em 15/10/2013, visitas por cima são 73%, e visitas pelos lados, 27%. No dia 16/10/2013, visitas por cima são 69%; pelos lados, 31%.

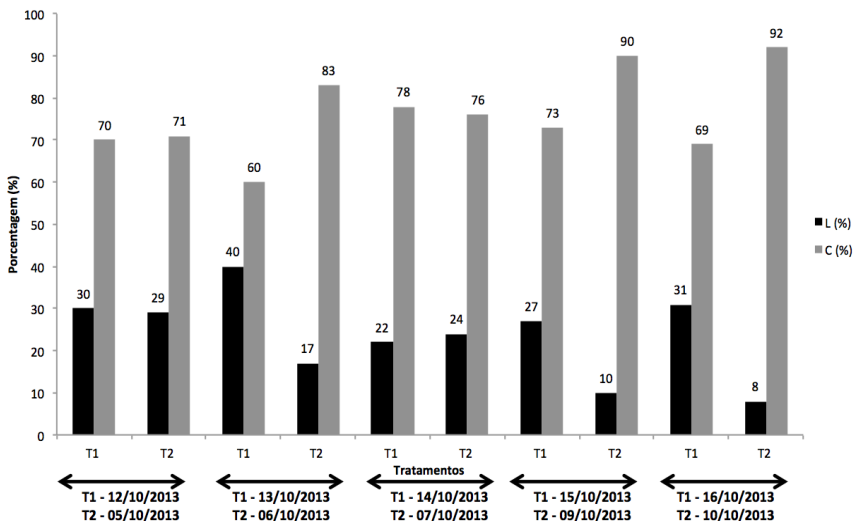


Figura 14 - Tipos de visitas de *Apis mellifera* em flores de 'Fuji Suprema' nos tratamentos T1 (C) entre os dias 12/10/2013 e 16/10/2013, e T2 (IS), entre os dias 05/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Barreiro, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.

A Figura 14 mostra que em T2, a partir do dia 06/10/2013 (83%), as proporções de visitas por cima diminuem no dia 07/10/2013 (76%). Em 08/10/2013, com a entrada de novas colmeias no pomar, as avaliações no dia 09/10/2013 apontam aumento de visitas por cima nas flores de 'Fuji Suprema' de 90%, tendência mantida nas avaliações do dia 10/10/2013 com 92%. Visitas laterais em T2, no dia 06/10/2013, foram de 17%, com aumento para 24% no dia 07/10/2013. Com a entrada sequencial de colmeias no dia 08/10/2013, as observações no dia 09/10/2013 apresentaram 10% na proporção de visitação lateral nas flores, e diminuem para 8% em 10/10/2013.

Nas flores de 'Imperial Gala', em T1, há diminuição das proporções de visitação das abelhas por cima das flores a partir do dia 12/10/2013 (68%). Dia 13/10/2013, 55%; dia 14/10/2013, 40%; dia 15/10/2013, 30%; e dia 16/10/2013, 32%. Nas visitas laterais, ocorre aumento das proporções nas observações a partir do dia 12/10/2013 até o dia 16/10/2013, como mostra a Figura 15. No tratamento dois (T2), ocorre diminuição das visitas por cima nas flores de 'Imperial Gala' a partir do dia 06/10/2013 (55%) para 40% em 07/10/2013. Com a entrada de novas colmeias no dia 08/10/2013, há aumento das visitas para 89%

no dia 09/10/2013, e diminuição no dia 10/10/2013 (69%).

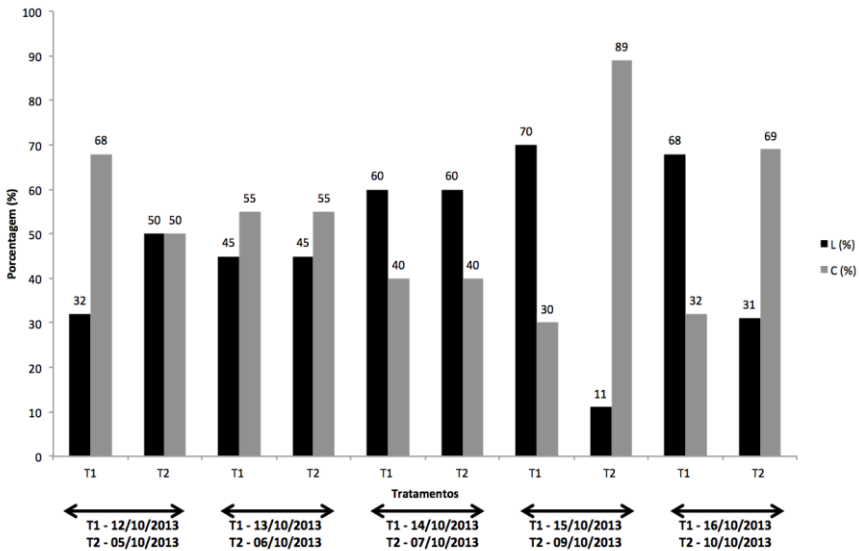


Figura 15 - Tipos de visitas de *Apis mellifera* em flores de ‘Imperial Gala’ nos tratamentos T1 (C) entre os dias 12/10/2013 e 16/10/2013, e T2 (IS), entre os dias 05/10/2013 e 10/10/2013, em pomar na Fazenda Barreiro, em Bom Retiro/SC. (L) visitas pelos lados nas flores; (C) visitas por cima nas flores.

A visitação pelos lados nas flores em T2 aumenta com o decorrer do tempo de permanência das colmeias no pomar. Dia 06/10/2013, foi observada a proporção de visitação lateral de 45%; dia 07/10/2013 (60%), diminuiu com a entrada de novas colmeias no pomar para 11% em 09/10/2013; e novamente aumenta para 31% em 10/10/2013.

A proporção do comportamento de forrageio das abelhas na coleta de alimentos por cima das flores em ‘Fuji Suprema’ foi maior do que a coleta pelos lados, no ano de 2013. Essa proporção atingiu 92% no dia 08/10/2013, em T1, na Fazenda Santa Clara (Figura 12), e 92% no dia 10/10/2013, em T2, na Fazenda Barreiro (Figura 14).

Abelhas coletoras de néctar podem eventualmente se transformar em agentes polinizadores efetivos quando a coleta é realizada a partir da parte superior das flores. As abelhas inserem a língua em direção ao nectário, por intermédio dos pistilos e estames, e tocam naturalmente nas partes reprodutivas da flor (BENEDEK; NYÉKI, 1996). A inserção

regular dos filetes ao redor do nectário é uma característica observada nas flores do cultivar em Bom Retiro. Os filetes nas flores de ‘Fuji Suprema’ não proporcionam aberturas (Figura 16) para a abelha inserir a língua entre os filamentos e coletar néctar pelas partes laterais da flor. Essas observações sugerem que as visitas para coleta de alimentos nesse cultivar são realizadas por cima, em ‘visitas legítimas’, e com grande probabilidade da fecundação das flores, e produção de frutos.



Figura 16 - Inserção regular dos filetes ao redor do nectário de flor de ‘Fuji Suprema’, em Bom Retiro/SC, em 2013.

Em ‘Galaxy’, o trabalho das abelhas pelo lado da flor geralmente está relacionado com a coleta de néctar (FREE, 1993). O néctar é obtido empurrando a língua entre os filetes, a partir do lado da flor, com o apoio das pernas nas pétalas. É comum nesse tipo de comportamento que as abelhas não toquem as anteras e os estigmas. Roberts (1945) observou que a forma, comprimento e distribuição dos filetes no receptáculo floral em diferentes cultivares, determinam as proporções de abelhas coletoras de néctar que trabalham nas flores a partir da lateral, ou por cima.

Relatos sobre comportamento de visitas de abelhas em flores de 'Delicious' são descritos por Degrandi-Hoffman et al. (1985, 1991), caracterizados por um arranjo irregular de filamentos dos estames ao redor do nectário, que resulta em 'lacunas basais' entre eles, próximas ao receptáculo floral, com tamanho suficiente para a abelha inserir a língua em direção ao nectário, e coletar néctar. A porcentagem de abelhas na coleta de néctar através das 'lacunas basais' aumenta progressivamente a partir de 21% no primeiro dia da floração 'Delicious', a 60% no quinto dia. De acordo com o mesmo autor, a coleta de alimentos pela lateral da flor é um comportamento que exige certo tempo de aprendizado, e que as abelhas, nos primeiros voos de forrageio para a coleta de néctar ainda não o têm incorporado em seu comportamento de coleta. A mesma constatação foi observada em Bom Retiro, em flores de 'Galaxy' e 'Imperial Gala', e através das 'lacunas basais', as abelhas coletam néctar pela lateral da flor sem tocar nos órgãos reprodutivos da flor (Figura 17). Em 2013, em Bom Retiro, as abelhas na coleta de néctar em 'Galaxy' e 'Imperial Gala' obtinham esse recurso por cima das flores, após a entrada de novas colmeias no pomar.

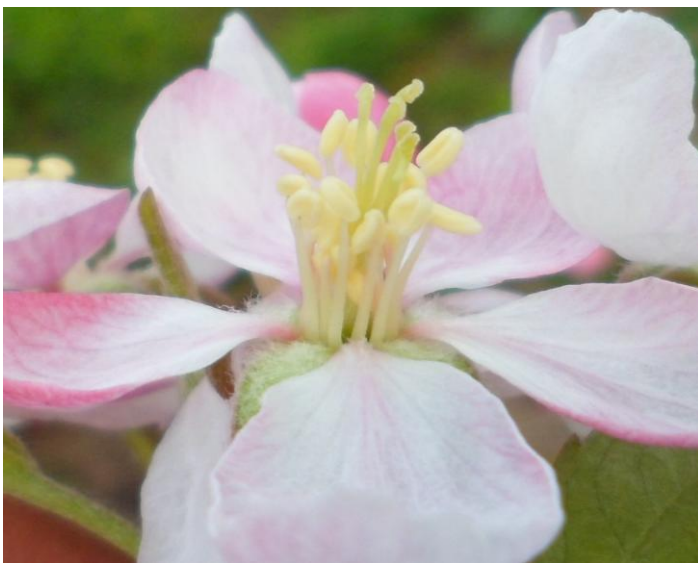


Figura 17 - Inserção irregular dos filetes ao redor do nectário de flor de 'Galaxy', com a formação de 'lacunas basais', em Bom Retiro/SC, em 2013.

Na Fazenda Santa Clara, a entrada de novas colmeias nos pomares, promoveu maiores proporções de visitas das abelhas às flores por cima, com diminuição em decorrência dos dias de permanência das colmeias no pomar (Figura 13) e ampliação das visitas laterais. A mesma constatação foi observada na Fazenda Barreiro, como mostra a Figura 15.

Há aumento da porcentagem de abelhas em coleta na parte superior das flores, após a introdução sequencial de colmeias em observações realizadas por Dag e Stern (2001), Stern et al. (2005), e Sapir et al. (2007) sobre o tipo de visita realizada pelas abelhas.

5.4 CONCLUSÕES

O atual sistema de densidade de colmeias por hectare de pomar e a introdução única no início da floração são insatisfatórios para promover uma polinização dirigida eficiente. A diminuição gradual das frequências de visita de abelhas às flores nos pomares, paralelamente ao aumento do comportamento de visitas laterais, com o passar do tempo de permanência das colmeias no pomar, diminui a probabilidade de ocorrer a fertilização das flores de macieiras.

Maior densidade de colmeias por hectare de pomar com duas entradas sucessivas aos 15% e 50% da floração, promovem maior frequência de visitas das abelhas às flores e mantém, mesmo que por poucos dias, o comportamento de visitas por cima das flores, com a promoção de maior frutificação para os cultivares avaliados.

Maior disponibilidade de recursos alimentícios para as abelhas, facilidade de coleta e a morfologia da flor dos cultivares avaliados determinam as frequências e os tipos de comportamento das abelhas nas flores. Flores de ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’ permitem facilidade de coleta lateral de néctar, enquanto flores de ‘Fuji Suprema’ permitem a coleta apenas por cima da flor, tocando as partes reprodutivas.

REFERÊNCIAS

ABROL, D. P. **Planned Honeybee Pollination for Crop Production**. Springer, 2012. Disponível em: <link.springer.com/sci-hub.or/chapter/10.1007/978-94-007-1942_8>. Acesso em: 10 mar. 2013.

AI-TIKRITY, W. S., BENTON, A. W., RISIUS, M. L.; CLARKE, W. W. The effect of length of stay of honeybee colony in a crownvetch field on its foraging behavior. **J. Apic. Res.** 11: 51-57.1972.

BEEKMAN, M.; RATNIEKS, F. L. W. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. **Functional Ecology**, **14**, 490-496. 2000.

BEEKMAN, M., SERAPHIDES, D. J. T., RATNIEKS, F. L. W. Comparing foraging behavior of small and large honey-bee colonies by decoding waggle dances made by foragers. **Functional Ecology**, **18**, 829–835. 2004.

BENEDEK, P.; FINTA, K. The effect of nectar production to the gathering behavior of honeybees and to the foraging activity of wild bees at apple flowers. **International Journal of Horticultural Science**, 12 (2): 45–57. 2006.

BENEDEK, P.; NYÉKI, J. Pollinating efficiency of honeybees on apple cultivars as affected by their flower characteristics. **Horticultural Science**, 28:40–47. 1996.

BUTLER, C. G. The influence of various physical and biological factors of the environment on honeybee activity. Na examination of the relationship between activity and nectar concentration and abundance. **The Journal of Experimental Biology**. 21; 5-12. 1945.

CALDERONE, N. W. Insect Pollinated Crops, Insect Pollinators and US Agriculture: Trend Analysis of Aggregate Data for the Period 1992–2009. **PLoS ONE** 7(5): e37235. doi:10.1371/journal.pone.0037235. 2012.

CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. A. **Journal of Applied Ecology**, 43: 18–27: 2006.

DAG, A.; STERN, R. Sequential introduction and heavy density of beehives increases cross-pollination, fruit-set and yield in apple. Proc. 37th Int. Apic. Congr., 28 Oct – 1 Nov 2001, Durban, South Africa.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; HOOPINGARNER, R.; BAKER, K. K. The influence of honeybees "sideworking" behavior on cross-pollination and fruit-set in apples. **Hort. Science**, 20: 397- 399. 1985.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; LOPER, G.; THORP, R. The influence of nectar and pollen availability and blossom density on the attractiveness of almond cultivars to honeybee. **Acta Horticulturae**, 288: 299-302. 1991.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop Pollination by Bees**, CABI Publishing, Wallingford, UK. 2000.

DELAPLANE, K. S., DAG, A., DANKA, R. G., FREITAS, B. M., GARIBALDI, L. A., GOODWIN, R. M., HORMAZA, J. I. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. **Journal of Apicultural Research** 52(4): DOI 10.3896/IBRA.1.52.4.12. IBRA. 2013.

FELL, R. D. Pollination and Honey Bees. NRAES, 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, New York 14853-5701. (607) 255-7654. 2005.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2.ed. London: Academic Press, 684p., 1993.

GARY, N. E. Activities and behavior of honey bees, p. 269-372. In: **The hive and the honeybee**. J.M.Graham,ed. Dadant; Sons, Hamilton, IL. 1992.

HEINRICH, B. the hot blooded insects, strategies and mechanisms of thermoregulation. **Springer Press**, Heidelberg, Berlin. 1993.

HOFFMAN, G. G.; THORP, R. The influence of nectar and pollen availability and blossom density on the attractiveness of almond cultivars to honeybees. **Acta Horticulturae**. 288: 299-302.1991.

KEVAN, P. G.; MENZEL, R. The plight of pollination and the interface of neurobiology, ecology and food security. **Environmentalist**, 32:300–310. 2012.

JAVOREK, S. K., MACKENZIE, K. E., VANDER KLOET, S. P. Comparative Pollination Effectiveness Among Bees (Hymenoptera: Apoidea) on Lowbush Blueberry (Ericaceae: *Vaccinium angustifolium*). **Annals of the Entomological Society of America**. Vol. 95, Issue 3, pg(s) 345-351 doi: 10.1603/0013-8746(2002)095[0345:CPEABH]2.0.CO;2. May 2002.

JAY, S. C. Spatial management of honeybees on crops. **Ann. Rev. Entomol.** 31:49-65. 1986.

JOSHI, N. C.; JOSHI, P. C. Foraging Behavior of *Apis* spp. on apple Flowers in a subtropical environment. **New York Science**; 3(3), p. 71-76. 2010.

MAYER, D. F. Sequential introduction of honeybee colonies for pear pollination. **Acta Hort.** 367: 267-269.1994.

PARANHOS B. A. J., WALDER, J. M. M., MARCHINI, L. C. Densidade de colmeias de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. 1758 (hymenoptera: apidae), para polinizar maçã cv. ANNA. **Sci. agric.** v. 55 n. 3. Piracicaba. Doi: 10.1590/S0103-90161998000300002. 1998.

PEGORARO, A.; CARPANEZZI, A. A. Avaliação do potencial melífero da bracatinga. **Agrarias**. Ed. da UFPR. Curitiba, v 14(1-2). p.167-172. 1995.

RAMÍREZ, F., DAVENPORT T. L. **Apple pollination**: A review. *Scientia Horticulturae*. Volume 162, Pages 188–203. 23 October 2013.

ROBERTS, R. H. Bee pollination of Delicious. *American Fruit Grower*, 65, 16. 1945 In: FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London: Academic Press, 684p., 1993.

SAPIR, G.; GOLDWAY, M.; SHAFIR, S.; STERN, R. A. Multiple introduction of honeybee colonies increases crosspollination, fruit-set and yield of 'Black Diamond' Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). **Journal of Horticultural Science; Biotechnology**, 82(4) 590–596. 2007.

SHAFIR, S. Bee Cognition and Crop Pollination: Proven and Potential Applications. J. Seckbach and Z. Dubinsky (eds.). Jerusalem. DOI 10.1007/978-90-481-9316-5_8. 211 p. 2011.

SINGH, J.; AGARWAL, O. P.; MISHRA, R. C. Foraging rates of different *Apis* species visiting parental lines of *Brassica napus* L. **Zoos' Print Journal**; 21(4):2226-2227. 2006.

SOMERVILLE, D. Pollination of apples by honey bees. NSW Agriculture. **Agnote** DAI/132. 2000.

STEFFAN-DEWENTER, I.; KUHN, A. Honeybee foraging in differentially structured landscapes. **Proceedings of the Royal Society of London, Series B**, 270, 569–575. 2003.

STERN, R. A.; GAZIT, S. Lychee pollination by the honeybee. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 121, 152-157. 1996.

STERN, R. A.; ZISOVICH, A. H.; SHAFIR, S.; DAG, A.; GOLDWAY, M. Increasing the yield of 'Spadona' pear (*Pyrus communis* L.) by appropriate utilization of beehives. **Acta Hort.** 671: 143-150. 2005.

STERN, R. A.; SAPIR, G.; SHAFIR, S.; DAG, A.; GOLDWAY, M. The appropriate management of honey bee colonies for pollination of *Rosaceae* fruit trees in warm climates. **Middle Eastern and Russian Journal of Plants and Biotechnology**, 1(1): 13-19. 2007.

VERMA, L. R.; DUTTA, P. C. Foraging behavior of *Apis cerana indica* and *Apis mellifera* in pollinating apple flowers. **J. Apic. Res.** 25:197-201. 1986.

VICENS, N.; BOSCH, J. Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). **Environ. Entomol.** 29(3): 413-420 2000.

CAPÍTULO III

6 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E AVALIAÇÃO DE SEMENTES EM FRUTOS NOS CVS. FUJI SUPREMA, GALAXY E IMPERIAL GALA

RESUMO

A frutificação nas plantas de macieiras é o resultado da fertilização das flores mediado pelas abelhas. Os índices de eficiência da polinização são mensurados pelas porcentagens em pegamento e do número de sementes nos frutos, e estão diretamente relacionados com as frequências e com os tipos de visitas realizados pelas abelhas nas flores durante o período de floração. Avaliações das porcentagens de frutificação e de contagem do número de sementes nos frutos dos cvs. Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala foram realizadas através da marcação de flores nos ramos e corte transversal dos frutos das plantas sob diferentes tratamentos no manejo de colmeias nos pomares. As maiores porcentagens de frutificação em Bom Retiro foram observadas no cv. Fuji Suprema, em 2012, na Fazenda Santa Clara, no tratamento 3 (DD + IS), a porcentagem de frutificação em relação às flores marcadas foi de $40,12 \pm 8,70\%$, enquanto que no cv. Galaxy foi de $36,68 \pm 7,70\%$. Em 2013, no tratamento 2 (IS), o cv. Fuji Suprema apresentou $44,44 \pm 8,91\%$ de frutificação e 'Galaxy' $33,03 \pm 7,38\%$. Na Fazenda Barreiro, em 2013, o cv. Fuji Suprema frutificou $52,47 \pm 10,04\%$ e o cv. Imperial Gala $44,44 \pm 8,42\%$ no tratamento 2 (DD + IS). Maior número de sementes foi observado no cv. Fuji Suprema com $7,72 \pm 1,26$ sementes/fruto no tratamento 3 (DD + IS) em 2013, e de $7,35 \pm 1,53$ sementes/fruto no tratamento 2 (DD + IS) em 2014. A ocorrência de frutificação e sementes nos frutos pode estar relacionada com as frequências e os tipos de visitas das abelhas às flores de macieiras.

Palavras chave: Frutificação. Sementes. Polinização.

ABSTRACT

The fruit set in apple plants is the result of the fertilization of the flowers mediated by bees. The pollination efficiency indices are measured by the percentages in fruit set and the number of seeds in the fruit, and are directly related to the frequency and types of visits made by bees in flowers during the flowering period. Reviews of fruiting percentage and count the number of seeds in the fruits of cvs. Fuji Supreme, Galaxy and Imperial Gala were performed by dialing flowers on the branches and cross-section of the fruits of plants under different treatments in the management of hives in the orchards. The largest fruiting percentages in Bom Retiro were observed in cv. Fuji Supreme. In 2012, in the Santa Clara, in the three treatment (DD + IS), the percentage of fruit set in relation to marked flowers was $40.12 \pm 8.70\%$, while in cv. Galaxy was $36.68 \pm 7.70\%$. In 2013, in the treatment two (IS), the cv. Fuji Supreme showed $44.44 \pm 8.91\%$ of fruiting and the cv. Galaxy $33.03 \pm 7.38\%$. In Barreiro, in 2013, the cv. Fuji Supreme fruitful $52.47 \pm 10.04\%$ and the cv. Imperial Gala $44.44 \pm 8.42\%$ in the treatment two (DD + IS). More seeds were observed in cv. Fuji Supreme with 7.72 ± 1.26 seeds/fruit in treatment three (DD + IS) in 2013, and 7.35 ± 1.53 seeds/fruit in the treatment two (DD + IS) in 2014. The occurrence of fruiting and seeds in the fruits may be related to the frequency and types of visits of bees to apple blossoms.

Keywords: Fruiting. Seeds. Pollination.

6.1 INTRODUÇÃO

Como resultado da polinização cruzada e consequente fecundação, são estabelecidas as frutas jovens, fenômeno denominado de frutificação efetiva (HOFFMAN; BERNARDI, 2004).

A frutificação efetiva depende de vários fatores como intensidade de floração, qualidade da gema e da flor, vigor da planta, presença e coincidência de floração de plantas de cultivares polinizadoras com as produtoras, temperatura, vento, precipitação, e das visitas realizadas às flores pelos insetos polinizadores. Após a polinização, fatores de natureza biológica como receptividade do estigma, crescimento do tubo polínico e viabilidade dos óvulos estão em associação com fatores externos, como a temperatura e a precipitação, que poderão influenciar a taxa de frutificação efetiva (COUTO et al., 2012).

Para a obtenção de produções satisfatórias, uma proporção suficiente de flores deve frutificar, o que normalmente ocorre após a polinização e a fertilização das flores. Estima-se que 5% a 10% de flores fecundadas resultem em alta produção de frutos (DENNIS JÚNIOR, 1996).

A frutificação ocorre em decorrência da fertilização das flores, em que as abelhas são vetores de grãos de pólen entre as flores, durante sua visitação. A necessidade da polinização cruzada entre diferentes cultivares em macieiras é bem conhecida, e as abelhas tem o papel de transporte dos gametas masculinos entre as flores (KEVAN; MENZEL, 2012).

Yehia et al. (2008), por meio de trabalhos no campo com frutificação efetiva e sua relação com as visitas de abelhas nos cultivares Anna e Dorsett Golden, observaram que a porcentagem de frutificação foi significativamente influenciada pelo número de visitas de abelhas/flor em ambos os cultivares estudados. Relação entre frequências de visitação de abelhas às flores e frutificação efetiva também foram constatadas por Sharma et al. (2004).

Em diversas plantas frutíferas, o tamanho dos frutos e o seu formato dependem diretamente do número de sementes como na melancia, no pepino, na maçã, e no morango (MALAGODI-BRAGA, 2005). E o número de sementes em frutos de determinada cultura pode ser um forte parâmetro para a determinação de uma eficiente polinização (GONZÁLEZ; CUEVAS, 2007; NE'EMAN et al., 2010; ROSA et al., 2011; NUNES-SILVA, 2013; SIVARAM; JAYARAMAPPA, 2013).

O número de sementes formadas em frutos determina o crescimento dos tecidos do mesocarpo ao redor das sementes (MORETI

et al., 1996; SANCHES JUNIOR; MALERBO-SOUZA, 2004; SILVA, 2009; KVITSCHAL et al., 2013).

Um maior número de abelhas que visitam as flores pode representar uma maior porcentagem de frutificação e maior número de sementes nos frutos, porém o tipo de coleta realizado pelas abelhas pode influenciar ainda mais a frutificação e o número de sementes. Na coleta de pólen, as abelhas polinizam as flores geralmente de forma eficaz, pois tocam nos estigmas e anteras, mas na coleta de néctar, se for obtido pela lateral, a eficiência da polinização poderá ser comprometida pela falta de contato com o aparelho reprodutivo da flor (DAG, 2009).

Bosch & Blas (1994) ao avaliar a quantidade e tipos de visitas de *Apis mellifera* em amendoeiras, por um período de uma hora, constataram que plantas que receberam 22 visitas de abelhas coletoras de néctar pelos lados da flor, a frutificação efetiva foi de 9,9%. Já plantas que receberam 36 visitas de abelhas coletoras de pólen, a frutificação efetiva foi de 26%.

Finta (2004), em trabalhos com 35 cultivares de macieiras, constatou que a frutificação efetiva e o número de sementes aumentaram grandemente com a visitação de abelhas na coleta apenas de pólen, ou néctar e pólen simultaneamente. Em plantas com maiores frequências de visitas pelos lados das flores, as porcentagens de frutificação foram menores.

O objetivo desse estudo é determinar os índices de frutificação efetiva e, avaliar o número médio de sementes dos frutos dos cultivares Fuji Suprema, Galaxy, e Imperial Gala com diferentes manejos das colmeias.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Frutificação efetiva

Na Fazenda Santa Clara, em 2012, 3.600 flores na classe fenológica F1 (botão floral em fase “balão”, imediatamente antes de sua antese) foram marcadas em ramos das plantas, em cada tratamento de manejos das colmeias (T1 (C), T2 (IS), e T3 (DD + IS)), nos dias 29/09/2012 e 30/09/2012.

Cinquenta flores foram marcadas em três ramos de 12 árvores (identificados com fitas) do cv. Fuji Suprema e de 12 árvores do cv. Galaxy (50 flores/ramo x três (3) ramos x 12 árvores) em distâncias intermediárias entre 9 m e 45 m a partir das colmeias.

Em 2013, as distâncias intermediárias das avaliações nas plantas

de ‘Fuji Suprema’, ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’ foram entre 27 m e 90 m, nos tratamentos T1 (C) e T2 (IS) na Fazenda Santa Clara e nos tratamentos T1 (C) e T2 (DD + IS) na Fazenda Barreiro, com a metodologia do número de flores marcadas em 2012. As flores foram marcadas no dia 08/10/2013 na Fazenda Santa Clara; e nos dias 07/10/2013 em T2, e 12/10/2013 em T1, na Fazenda Barreiro.

O número de frutos fixados por ramo foi avaliado no dia 23/10/2012 (Fazenda Santa Clara), e no dia 06/11/2013 (Fazenda Santa Clara e Fazenda Barreiro), quando os frutos atingiram diâmetros a partir de 10 mm (estádio fenológico G), sendo que a fórmula usada para a determinação da frutificação efetiva é proposta por Dafni (1992):

FE (frutificação efetiva) % = (nº de frutos/ nº total de flores) X 100.

Os resultados das porcentagens de frutificação foram transformados em $x = \arcsen \sqrt{y+100}$, avaliados por análise de variância; e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa Assisat.

6.2.2 Número de sementes nos frutos

Na Fazenda Santa Clara, nos dias 28/01/2013 e 06/03/2013, foram colhidos 36 frutos das plantas marcadas do cultivar Galaxy e do cultivar Fuji Suprema, respectivamente, nos tratamentos T1 (C), T2 (IS), e T3 (DD + IS), totalizando 216 frutos.

Na Fazenda Barreiro, nos dias 15/02/2014 e 20/03/2014, foram colhidos 120 frutos das plantas marcadas dos cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala nos tratamentos T1 (C), T2 (DD + IS), respectivamente, totalizando 480 frutos.

As avaliações da quantificação do número de sementes nos frutos foram realizadas no laboratório de Entomologia Agrícola (CCA/UFSC) nos dias 28/01/2013, 07/03/2013, 15/02/2014, 22/03/2014, respectivamente. Os frutos colhidos das plantas nos diferentes tratamentos foram cortados no sentido do diâmetro para a contagem do número de sementes por fruto.

Os resultados do número médio de sementes nos frutos foram avaliados por análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa Assisat.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações sobre frutificação são importantes, pois demonstram a eficiência da polinização através da fertilização das flores.

Em 2012, na Fazenda Santa Clara em plantas de ‘Fuji Suprema’, a maior porcentagem de frutificação ocorreu no tratamento três (T3 – DD + IS) com $40,12 \pm 8,70\%$ (Tabela 7).

Em plantas de ‘Galaxy’ o maior índice de frutificação ocorreu em T3 (DD + IS) com $36,68 \pm 7,70\%$. Os menores índices de frutificação foram observados em T2 (IS) que apresentou $23,98 \pm 8,00\%$ semelhantes a T1 (C) com $24,39 \pm 8,93\%$.

As diferenças dos índices de frutificação entre plantas de ‘Fuji Suprema’ e de ‘Galaxy’ não foi significativo ($p \geq 0,05$) comparativamente entre os três tratamentos, como mostra a Tabela 7.

Nos dois tratamentos (T1 e T2) realizados na Fazenda Santa Clara em 2013, os índices de frutificação foram semelhantes no cultivar Fuji Suprema. Em ‘Galaxy’ o tratamento controle (T1) apresentou semelhante índice de frutificação ($36,91 \pm 7,61\%$) do que em T2 ($33,03 \pm 7,38\%$). Comparativamente, os índices de frutificação em ‘Fuji Suprema’ em T2, são superiores ($44,44 \pm 8,91\%$) do que aqueles apresentados em ‘Galaxy’ ($33,03 \pm 7,38\%$), se tornando significativos ($p < 0,05$), como pode ser observado na Tabela 7. Em T1, a frutificação em plantas de ‘Fuji Suprema’ se apresentou semelhante ($41,44 \pm 8,85\%$) em relação à ‘Galaxy’ ($36,91 \pm 7,61\%$).

Tabela 7 - Frutificação efetiva (%) em plantas dos cultivares Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala na Fazenda Santa Clara e na Fazenda Barreiro, de acordo com diferentes tratamentos em 2012 e 2013, em Bom Retiro/SC.

Frutificação efetiva (%)		
2012		
Fazenda Santa Clara		
Tratamentos	Cultivares	
	Fuji Suprema	Galaxy
T1 (C)	26,32± 8,54 b	24,39±8,93 b
T2 (IS)	24,70± 8,28 b	23,98±8,00 b
T3 (DD + IS)	40,12± 8,70 a	36,68±7,70 a
CV %	28,52	
2013		
	Fuji Suprema	Galaxy
T1 (C)	41,44± 8,85 ab	36,91± 7,61 bc
T2 (IS)	44,44± 8,91 a	33,03± 7,38 c
CV %	21,11	
2013		
Fazenda Barreiro		
	Fuji Suprema	Imperial Gala
T1 (C)	38,27± 8,37 c	28,48±9,96 d
T2 (DD + IS)	52,47±10,04 a	44,44±8,42 b
CV %	22,58	

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas e colunas não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fazenda Santa Clara, 2012.

T1 - Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, totalizando 12 colmeias em 4 ha.

T2 - Introdução Sequencial (IS): distribuição de uma e meia (1,5) colmeia/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), mais a introdução de uma e meia (1,5) colmeias/ha⁻¹ na plena floração (50% de flores abertas), totalizando 12 colmeias em 4 ha.

T3 - Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas) e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, totalizando 24 colmeias em 4 ha.

Fazenda Santa Clara, 2013.

T1 - Controle (C): com a introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15%

das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, em 4 hectares, totalizando 12 colmeias.

T2 - Introdução Sequencial (IS): distribuição de uma e meia (1,5) colmeia/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e a introdução de uma e meia (1,5) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, em 9 hectares, totalizando 27 colmeias.

Fazenda Barreiro, 2013.

T1 - Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, em 1,75 ha, totalizando cinco (5) colmeias.

T2 - Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹, quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, em 14,62 ha, totalizando 90 colmeias.

Na Fazenda Barreiro, em 2013, em ‘Fuji Suprema’ no T2 a frutificação foi significativamente maior ($52,47 \pm 10,04\%$) do que no T1 ($38,27 \pm 8,37\%$).

Maior frutificação em ‘Fuji Suprema’ do que em ‘Imperial Gala’ pode ser observada na Tabela 7, sendo significativa nos dois tratamentos ($p < 0.05$). A frutificação efetiva, como forma de avaliar a eficiência da polinização em plantas de macieiras é um parâmetro importante utilizado em diferentes trabalhos realizados (STENPHENSON, 1981; FREE, 1993; DANTAS et al., 2001; SHEFFIELD et al., 2005; LARSEN et al., 2008; SANTOS et al., 2007; CRUZ; CAMPOS, 2009; AGGELOPOULOU et al., 2010; CASTRO, 2013).

As frequências e o comportamento de visitas de abelhas em flores de macieiras podem determinar a eficiência da polinização avaliada através dos níveis de frutificação e características dos frutos (SCHENEIDER et al., 2002; YEHIA et al., 2008; DAS et al., 2011; BIDDINGER, 2013; VIANA et al., 2014).

Yehia et al. (2008) trabalhando em pomares de macieiras com os cultivares Anna e Dorsett Golden, em 2006 e 2007, no Egito, constatou que a porcentagem de frutificação foi significativamente afetada pelo número de visitas de abelhas/flor em ambos os cultivares. Em Anna e Dorsett Golden, uma visita de abelha/flor a porcentagem de frutificação foi de 32 e 34%, respectivamente, e aumentou para 80 e 83% como resultado de 10 visitas/ flor.

Em Bom Retiro, nos anos de 2012 e 2013, na maioria das observações, as frequências de visitas das abelhas foram superiores em ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’ comparadas com ‘Fuji Suprema’. Maiores frequências de visitas deveriam promover maior frutificação em ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’, porem maiores índices de frutificação foram observados em ‘Fuji Suprema’. No presente trabalho as visitas por cima

das flores são observadas principalmente em ‘Fuji Suprema’, e que pode ter relação direta neste cultivar com maiores índices de frutificação durante as avaliações de 2012 e de 2013.

A determinação das frequências de visitas de abelhas às flores é importante, mas os tipos de comportamento das visitas podem também ser importantes. *Apis mellifera* é mais eficaz na polinização dirigida em plantas de macieiras ao coletar alimentos (néctar e pólen) por cima das flores, quando toca as partes reprodutivas (DAG; STERN, 2001; STERN et al., 2005; KREITLOW; TARPY, 2006; SAPIR et al., 2007; SOUZA; SILVA, 2011; MATTU et al., 2012).

Robison e Fell (1981) observaram que após uma única visita de abelhas pelo lado da flor da cultivar Delicious, a frutificação foi de 8%, em comparação com 50% de frutificação quando a visita foi realizada por cima.

As introduções sequenciais podem ter influencia direta para a promoção de visitas das abelhas por cima das flores. Após as entradas de novas colmeias nos pomares, há ampliação das proporções de abelhas em visitas às flores por cima, como foi constatado nos pomares em que essa ação foi realizada e que pode ser observada na Figura 15 .

O aumento nas proporções de abelhas trabalhando por cima nas flores, após a entrada inicial e entrada sequencial de colmeias em pomares de frutas, pode ser explicado por ser o trabalho lateral nas flores um comportamento relacionado com aprendizagem, que as abelhas não executam quando não conhecem a estrutura das flores em que estão forrageando. Com o decorrer dos dias, o comportamento de coleta, principalmente de néctar, pelas laterais das flores, se for de fácil acesso, é assimilado rapidamente por novas abelhas, aumentando a porcentagem de 21% no primeiro dia de forrageio para até 60% no quinto dia. Uma grande frequência de abelhas em plantas aumenta diretamente o nível de polinização, e uma alta proporção de abelhas trabalhando por cima aumenta a eficiência da polinização (DAG ; STERN, 2001; STERN et al. 2005; SAPIR et al., 2007).

Relações diretas entre as atividades das abelhas com grande frequência de visitas e tipo de comportamento de coleta por cima das flores, com aumento da frutificação são comprovadas por diferentes trabalhos em pomares de macieiras no mundo (SOMERVILLE, 2000; KHAN; KHAN, 2004; FINTA, 2004; FARINA et al. (SEM DATA); DÍAS, 2013).

Os tipos de tratamentos usados em 2012 e 2013 comprovam maiores índices de frutificação naqueles em que uma maior densidade

de colmeias foi usada junto com introduções sequenciais nas áreas testadas. Nessas áreas, uma maior frequência de visitação por abelhas às flores promovida pela maior densidade de colmeias e uma segunda entrada de colmeias nas áreas, com ampliação de visitas por cima das flores, promovem naturalmente maior frutificação efetiva.

A disponibilidade e quantidade de grãos de pólen de um cultivar pode promovê-lo como polinizador eficiente através do transporte dos grãos pelas abelhas (FREE; WILLIANS, 1972; SHARMA et al., 2014).

Em Bom Retiro, em avaliações sobre quantificação de pólen em flores de ‘Galaxy’ apontou a ocorrência de $65.195,25 \pm 19.706,69$ grãos de pólen por flor. Em ‘Fuji Suprema’ as avaliações indicam a ocorrência de apenas $26.544,55 \pm 11.050,71$ grãos de pólen por flor (Tabela 3). Essa constatação pode sugerir uma maior quantidade de pólen transportada a partir de flores em plantas de ‘Galaxy’ para flores em plantas de ‘Fuji Suprema’, e pode influenciar a frutificação, promovendo maior porcentagem de frutos nas plantas avaliadas do cultivar ‘Fuji Suprema’, como ilustra a Tabela 7.

As avaliações do número de sementes em frutos de ‘Fuji Suprema’, ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’ foram realizadas nos anos de 2013 e 2014 nas Fazendas Santa Clara e Barreiro, e podem ser observadas na Tabela 8.

Em 2013, na Fazenda Santa Clara, o maior número de sementes nos cultivares avaliados foi observado em T3. Frutos de ‘Fuji ‘Suprema’ apresentaram média de $7,72 \pm 1,26$ sementes/fruto e ‘Galaxy’ $6,61 \pm 1,28$ sementes/fruto. Essa constatação foi significativa em relação aos outros tratamentos. Em T1, ‘Fuji Suprema’ apresentou $6,88 \pm 1,42$ sementes nos frutos, enquanto frutos de ‘Galaxy’ apresentaram apenas $5,08 \pm 1,41$ sementes/fruto. No T2, frutos de ‘Fuji Suprema’, continham em média $6,02 \pm 2,06$ sementes/fruto e frutos de ‘Galaxy’, apresentavam $6,13 \pm 1,82$ sementes/fruto.

Nas avaliações entre os cultivares, ‘Fuji Suprema’ apresentou maiores médias de sementes nos frutos do que ‘Galaxy’ nos tratamentos T1 e T3. ‘Galaxy’, no T2 apresentou maior número de sementes do que em ‘Fuji Suprema’, porém a diferença não foi significativa (Tabela 8).

Tabela 8 - Avaliação do número médio de sementes em frutos dos cultivares Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala em diferentes tratamentos, nos anos de 2013 e 2014, em Bom Retiro/SC.

Número médio de sementes nos frutos		
Fazenda Santa Clara 2013		
Tratamentos	'Fuji Suprema'	'Galaxy'
T1 - C	6,88± 1,42 ab	5,08± 1,41 c
T2 - IS	6,02 ± 2,06 bc	6,13± 1,82 bc
T3 - DD + IS	7,72± 1,26 a	6,61± 1,28 b
CV = 25,41%		
Fazenda Barreiro 2014		
Tratamentos	'Fuji Suprema'	'Imperial Gala'
T1 - C	7,25± 1,75 a	5,98± 2,15 b
T2 - DD + IS	7,35± 1,53 a	6,50 ± 1,71b
CV = 23,98%		

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas e colunas não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fazenda Santa Clara 2013.

T1 - Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, totalizando 12 colmeias em 4 ha.

T2 - Introdução Sequencial (IS): distribuição de uma e meia (1,5) colmeia/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), mais a introdução de uma e meia (1,5) colmeias/ha⁻¹ na plena floração (50% de flores abertas), totalizando 12 colmeias em 4 ha.

T3 - Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹ quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas) e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, totalizando 24 colmeias em 4 ha.

Fazenda Barreiro 2014.

T1 - Controle (C): introdução de três (3) colmeias/ha⁻¹, distribuídas quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), de acordo com os atuais modelos utilizados pelos pomicultores, em 1,75 ha, totalizando cinco (5) colmeias.

T2 - Dupla Densidade com Introdução Sequencial (DD + IS): distribuição de três (3) colmeias/ha⁻¹, quando 15% das flores estavam em fase logo após a antese (abertas), e a introdução de mais três (3) colmeias/ha⁻¹ na plena floração, em 14,62 ha, totalizando 90 colmeias.

Na Fazenda Barreiro, em 2014, as maiores médias de sementes nos frutos foram observadas em 'Fuji Suprema', que em 'Imperial Gala', de acordo com a Tabela 8. Entre os tratamentos no mesmo cultivar, não ocorreram diferenças significativas entre as médias, mesmo observando-se em T2, as maiores médias de sementes nos frutos.

Na Fazenda Santa Clara, em 2012, as fileiras com plantas marcadas nos cultivares avaliados foram isoladas para não receberem tratamento de raleio químico. A ação foi realizada em todas as fileiras e quadras do pomar no dia 28/10/2012 após certeza sobre pegamento dos frutos nos dois cultivares avaliados. O produto utilizado no raleio químico é conhecido comercialmente como ‘Sevin’, com utilização de concentração de calda de 100 ml/100 l, e administrado por aspersão.

Em 2013, as médias do número de sementes encontradas em frutos de ‘Fuji Suprema’ foram maiores em T3 e T1, sendo inferiores em T2.

Correlações positivas entre frequências de visitas de abelhas às flores e número de sementes nos frutos são comprovadas por diferentes trabalhos (STERN et al, 2005; MUNAWAR et al, 2009; ISAACS; KIRK, 2010; ARTZ; NAULT, 2011).

O tipo de visita realizada pelos polinizadores, também influencia a quantidade de sementes que ocorrem nos frutos. Finta (2004) trabalhando com 35 diferentes cultivares de macieiras observou que os frutos avaliados em relação ao número de sementes, apresentavam maior número de sementes, em frutos originados de flores em que abelhas coletavam apenas pólen ou pólen e néctar simultaneamente, tocando as anteras e os estigmas das flores.

Vicens e Bosch (2001) avaliaram a eficiência da polinização de macieiras com *Apis mellifera* e *Osmia cornuta*, constatando que as visitas legítimas (visitas tocando os órgãos reprodutivos da flor) eram de 32,7% e de 97,7%, respectivamente. Essas constatações influenciaram o número de sementes nos frutos de macieiras ‘Red Delicious’, sendo que os resultados de visitas legítimas de *Osmia cornuta* proporcionaram 5,5 - 7 sementes/fruto, enquanto que as visitas de *Apis mellifera* resultaram 3,5 - 4,5 sementes/fruto, respectivamente.

Em 2013, na Fazenda Barreiro, de acordo com cronograma técnico da empresa Pomesul foram executadas ações de raleio químico em todas as quadras dos pomares, incluindo as fileiras dos cultivares que tinham plantas marcadas para a colheita de frutos para avaliação das sementes em 2014. O tipo de produto e as concentrações de calda foram os mesmos usados em 2013.

A prática de raleio químico da cultura da macieira tem como finalidade melhorar o tamanho e a qualidade dos frutos, além de evitar a alternância de produção pela retirada da carga excessiva de frutos antes da transformação floral para o ano seguinte.

Dentre os métodos disponíveis para efetuar o raleio, o raleio químico pode apresentar vantagens por ser uma operação rápida e

permitir ralear flores e frutos no momento adequado (COSTA et al., 2006; PETRI et al., 2013). A ação fisiológica da maioria dos raleantes químicos objetiva desencadear um desequilíbrio entre os fluxos no transporte de auxina, ocasionando abscisão. A auxina, especificamente o AIA (ácido indolilacético) tem o efeito de reduzir a sensibilidade da zona de abscisão ao etileno. Na concentração baixa de AIA, o etileno é ativado, resultando em abscisão (PAVANELLO; AYUB, 2012).

Durante os dias após a aplicação, há uma concorrência entre os frutos do corimbo na obtenção de açúcares e outros nutrientes. O crescimento do fruto central é superior devido à captação de energia enquanto que os frutos laterais têm menos disponibilidade de nutrientes, causando o raleio (MASSÓ, 2014).

De acordo com Dennis Junior (2002), a aplicação de produtos químicos para promover raleio em plantas de macieiras reduz a habilidade dos frutos em competir por nutrientes, levando à abscisão daqueles com menores quantidades de sementes.

Os cultivares apresentam diferentes níveis de sensibilidade ao raleante químico dos cultivares comerciais mais importantes no Sul do Brasil, o ‘Gala’ é o que melhor responde aos raleantes químicos. Já o cultivar Fuji é de difícil raleio. Para essa ação, podem ser necessárias duas ou mais aplicações, de acordo com o número de frutos que permaneceram na planta após o tratamento, em relação ao número final desejado (FIORAVANCO; DOS SANTOS, 2013).

As avaliações do número de sementes em 2014 indicaram maiores médias no cultivar Fuji Suprema’ ($7,25 \pm 1,75$ sementes/fruto – T1, e $7,35 \pm 1,53$ sementes/fruto – T2). Em ‘Imperial Gala’ em T2, foram observadas $6,50 \pm 1,71$ sementes/fruto e $5,98 \pm 2,15$ sementes/fruto em T1, como mostra a Tabela 8.

As semelhanças entre o número de sementes nos tratamentos nos cultivares avaliados pode ser em função do uso de raleante químico utilizado na Fazenda Barreiro em 2013. A influência do produto ‘Sevin’ pode ter promovido o raleio dos frutos com menor número de sementes, permanecendo nos ramos os frutos mais bem formados e com maior número de sementes.

6.4 CONCLUSÕES

Maior porcentagem de frutificação e maior número de sementes nos frutos foi constatado nos tratamentos de dupla densidade com introdução sequencial de colmeias nos pomares.

O cv. Fuji Suprema apresenta maior porcentagem de frutificação e maior número de sementes nos frutos do que os cvs. Galaxy e Imperial Gala, o que pode ser diretamente relacionado com uma maior proporção de visitas de abelhas por cima das flores no cultivar.

REFERÊNCIAS

AGGELOPOULOU, K. D., WULFSOHN, D., FOUNTAS, S., GEMTOS, T. A., NANOS, G. D., BLACKMORE, S. Spatial variation in yield and quality in a small apple orchard. **Precision Agric** 11:538–556 DOI 10.1007/s11119-009-9146-9. 2010.

ARTZ, D. R. & NAULT, B. Performance of *Apis mellifera*, *Bombus impatiens*, and *Peponapis pruinosa* (Hymenoptera: Apidae) as pollinators of pumpkin. **Journal of Economic Entomology**, 104 (4):1153-1161. 2011.

BIDDINGER, D. **The Role of Pollen Bees in Fruit Tree Pollination and Some New Cautions on Pesticide Use**. College of Agricultural Sciences. Extension » Plants and Pests » Tree Fruit Production » News, 2013. Disponível em: <<http://extension.psu.edu/plants/tree-fruit/news/2013/the-role-of-pollen-bees-in-fruit-tree-pollination-and-some-new-cautions-on-pesticide-use>>. Acesso em: 10 out. 2014.

BOSCH, J.; BLAS, M. Foraging behavior and pollinating efficiency of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on almond. **Appl. Entomol. Zool**, 29 (1): 1-9. 1994.

CASTRO, I. M. G. **Efeito de várias modalidades de monda em macieiras do grupo ‘Gala’ (*Malus domestica* Borkh.)**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agronômica. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. 78 p. 2013.

COUTO, M.; BERENHAUSER, G.; PETRI, J. L. **Considerações sobre a polinização das macieiras**. Jornal da Associação Gaúcha de produtores de Maçã. Ed. 221. 2012. Disponível em: <<http://www.agapomi.com.br/jornal.php?noticia=223>>. Acesso em 20 fev. 2013.

COSTA, G.; DAL CIN, V.; RAMINA, A. Physiological, molecular and practical aspects of fruit abscission. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 727, p. 301-310, 2006.

CRUZ, D. O., CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1-4, p.5-10. jan-dez, 2009.

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

DAG, A.; STERN, R. Sequential introduction and heavy density of beehives increases cross-pollination, fruit-set and yield in apple. Proc. 37th Int. Apic. Congr., 28 Oct – 1 Nov 2001, Durban, South Africa.

DAG, A. Interaction between pollinators and crop plants: The Israeli experience. **Israel Journal of Plant Sciences**, vol. 57, pp. 231–242. 2009.

DANTAS, A. C. M., NUNES, J. C. O., BRIGHENTI, E., RIBEIRO, L. G.; NODARI, R. O. Efeito da polinização dirigida entre portas-enxerto de macieira (*Malus* sp.) na frutificação efetiva e no desenvolvimento de frutos em São Joaquim-SC. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 497-503, dezembro 2001.

DAS, B., AHMAD, N., SRIVASTAVA, K. K., RANJAN, P. Top working method and bloom density of pollinizers as productive determinant for spur type apple (*Malus x domestica* Borkh.) cultivars. **Scientia Horticulturae** 129:642–648. 2011.

DENNIS JUNIOR, F. G. Fruit set. In: **The fruit physiology: growth e development**. Yakima: Good Fruit Grower, p. 165. 1996.

DENNIS JUNIOR, F. G. Mechanisms of action of apple thinning chemicals. **Hortscience**, Vol 37 (3), June 2002.

DÍAS, P. C., ARENAS, A., FERNANDEZ, V., SUSIC, M., BASILIO, A., FARINA, W. M. Honeybee cognitive ecology in a fluctuating agricultural setting of apple and pear trees. **Behavioral Ecology** 24 (5): 1058-1067 doi:10.1093/beheco/art026. 2013.

FARINA, W. M., DÍAZ, P. C., ARENAS, A. **Nuevas herramientas para la polinización de cultivos comerciales mediada por abejas *Apis mellifera***. Disponível em:

<<http://www.apinews.com/en/news/item/download/754>>. Acesso em: 18 out. 2014

FIORAVANCO, J. C.; dos SANTOS, R. S. S. **Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 239 p.: il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). ISBN 978-85-7035-204-0. 2013.

FREE, J. B.; WILLIAMS, I. H. The Transport of Pollen on the Body Hairs of Honeybees (*Apis mellifera* L.) and Bumblebees (*Bombus* Spp. L.). **Journal of Applied Ecology**. Vol. 9, No. 2., pp. 609-615. Aug., 1972.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2.ed. London: Academic Press, 684p., 1993.

FINTA, K. **Insect pollination of apple orchards**. Theses of Doctoral. University of West Hungary. 2004. Disponível em: <http://ilex.efe.hu/PhD/mek/fintak/tz_en1601.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

GONZÁLEZ, M.; CUEVAS, J. M. Optimal crop load and positioning of fruit in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) trees. **Sci. Horticult.** 2779: 1-6 doi:10.1016/j.scienta.2007.08.002. 2007.

HOFFMAN, A.; BERNARDI, J. **Maçã, produção. Aspectos botânicos**. 2004. Série Frutas do Brasil, 37. Embrapa Uva e Vinho. Brasília. 170 p. 2004.

ISAACS, R. & KIRK, A. K. Pollination services provided to small and large highbush blueberry fields by wild and managed bees. **Journal of Applied Ecology**: 841–849. 2010.

KEVAN, P. G. & MENZEL, R. The plight of pollination and the interface of neurobiology, ecology and food security. **Environmentalist**, 32:300–310. DOI 10.1007/s10669-012-9394-5. 2012.

KHAN, M. R.; KHAN, M. R. The role of honeybees *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in pollination of apple. **Pakistan Journal of Biological Sciences**: 7 (3): 359-362. ISSN 1028-8880. 2004.

KREITLOW, K. L.; TARPY, D. R. Environmental and Genotypic Effects on Russian-Hybrid and Italian Honey Bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) Foraging Behavior. **Environ. Entomol.** 35(6): 1610-1616. 2006.

KVITSCHAL, M. V., DENARDI, F., SCHUH, F. S., MANENTI, D. C. Identificação de polinizadoras para a cultivar de macieira Daiane. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 009-014, Março 2013.

LARSEN, A. S., JENSEN, M.,; KJAER, E. D. Crossability Between Wild (*Malus sylvestris*) and Cultivated (*M. x domestica*) Apples. **Silvae Genetica** 57, 3 (127-130). 2008.

MALAGODI-BRAGA, K. S. **Abelhas**: Por que manejá-las para a polinização? 2005. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/abelhas2.htm>>. Acesso em: 2 set. 2012.

MASSÓ – Comercial Química S. A. **Reguladores de crescimento para uma fruticultura moderna**. Barcelona, 2014. Disponível em: <<http://www.massoagro.com/es/component/attachments/download/4826>> . Acesso em: 20 out. 2014.

MATTU, V. K., RAJ, H.; THAKUR, M. L. Foraging behavior of honeybees on apple crop and its variation with altitude in Shimla Hills of Western Himalaya, India. **I.J.S.N.**, VOL. 3(1): 296-301. ISSN 2229 – 6441. 2012.

MORETI, A. C. de C. C.; da SILVA, R. M. B., da SILVA, E. C. A., ALVES, M. L. T. M. F., OTSUK, I. P. Aumento na produção de sementes de girasol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. **Sci. agric.** vol. 53, n. 2-3. Piracicaba. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161996000200015>. May/Dec. 1996.

MUNAWAR, S. M.; RAJA, S.; SIDDIQUE, M.; NIAZ, S.; AMJAD, M. The pollination by honeybee (*Apis mellifera* L.) increases yeild of canola (*Brassica napus* L.). **Pak. Entomol.** Vol. 31, No.2: 103-106. 2009.

NE'EMAN, G., JURGENS, A., NEWSROM-LOYD, L., POTTS, S. G.; DAFNI, A. A framework for comparing pollinator performance: effectiveness and efficiency. **Biol Rev Camb Philos Soc.** Aug; 85(3):435-51. doi: 10.1111/j.1469-185X.2009.00108.x. Epub 2009 Dec 9. 2010.

NUNES-SILVA, P., HNRCIR, M., SHIPP, L., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KEVAN, P. G. The behaviour of *Bombus impatiens* (Apidae, Bombini) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., Solanaceae) flowers: pollination and reward perception. **Journal of Pollination Ecology**, 11(5), pp 33-40. 2013.

PETRI, J. L., HAWERROTH, F. J., LEITE, G. B., COUTO, M. Raleio químico em macieiras 'Fuji Suprema' e 'Lisgala'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 170-182, Março 2013.

PAVANELLO, A. P., & AYUB, R. A. Aplicação de ethephon no raleio químico de ameixeira e seu efeito sobre a produtividade. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 309-316, Março 2012.

ROBISON, W. S.; FELL, R. D. Effect of honey bee foraging behaviors on 'Delicious' apple set. **HortScience** 16, 326-328. 1981.

ROSA, A. S., BLOCHTEIN, B., LIMA, D. K. Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil. **Sci. Agric.** (Piracicaba, Braz.), v.68, n.2, p.255-259, March/April 2011.

SANCHES JUNIOR, J. L. B.; MALERBO-SOUZA, D. T. Frequência dos insetos na polinização e produção de algodão. **Acta Scientiarum. Agronomy.** Maringá, v. 26, n. 4, p. 461-465, 2004.

SANTOS, J. P., WAMSER, A. F.; DENARDI, F. Qualidade de frutos ensacados em diferentes genótipos de macieira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1614-1620. ISSN 0103-8478. Nov-dez, 2007.

SAPIR, G.; GOLDWAY, M.; SHAFIR, S.; STERN, R. A. Multiple introduction of honeybee colonies increases crosspollination, fruit-set and yield of 'Black Diamond' Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). **Journal of Horticultural Science; Biotechnology**, 82(4) 590–596. 2007.

SCHNEIDER, D., STERN, R.A., EISIKOWITCH, D., GOLDWAY, M. The relationship between floral structure and honeybee pollination efficiency in 'Jonathan' and 'Topred' apple cultivars. **J.Hort.Sci.&Biotechnology**, 77 (1): 48-51. 2002.

SHARMA, H. K.; GUPTA, J. K.; THAKUR, J. R. Effect of bee pollination and polliniser proportion on apple productivity. **Acta Horticulturae**: 662:451-454. 2004.

SHARMA, H. K., DEV, K., RANA, B. S.; KATNA, S. Evaluation of modified pollen dispenser and storage of dehisced pollen for effective pollination in apple. **International Journal of Farm Sciences** 4(2): 185-191. 2014.

SHEFFIELD, C. S., SMITH, R. F.; KEVAN, P. G. Perfect Syncarpy in Apple (*Malus domestica* 'Summerland McIntosh') and its Implications for Pollination, Seed Distribution and Fruit Production (Rosaceae: Maloideae). **Annals of Botany** 95: 583–591, doi:10.1093/aob/mci058. 2005.

SILVA, E. A. **Polinização da macieira (*Malus Domestica* Borkh) na Chapada Diamantina, BA**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador. 38 p. 2009.

SIVARAM, V., JAYARAMAPPA, K. V. Can Commercial Bee Attractants Influence in Increasing Bee Pollination and Productivity of Mustard, *Brassica campestris* L. **Journal of Apiculture** 28 (2): 139-145.2013.

SOMERVILLE, D. Pollination of apples by honey bees. NSW Agriculture. **Agnote** DAI/132. 2000.

SOUZA, D. T. M.; SILVA, F. A. S. Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* L. no decorrer do ano. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 2, p. 183-190. DOI: 10.4025/actascianimsci.v33i2.9252. 2011.

STEPHENSON, A. G. Flower and Fruit Abortion: Proximate Causes and Ultimate Function. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Vol. 12, pp. 253-279. 1981.

STERN, R. A.; ZISOVICH, A. H.; SHAFIR, S.; DAG, A.; GOLDWAY, M. Increasing the yield of 'Spadona' pear (*Pyrus communis* L.) by appropriate utilization of beehives. **Acta Hort.** 671: 143-150. 2005.

VIANA, B. F., COUTINHO, J. G. E., GARIBALDI, L. A. GASTAGNINO, G. L. B., GRAMACHO, K. P., SILVA, F. O. Stingless bees further improve Apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**, 14 (25), pp 261-269. 2014.

YEHIA, T. A.; ABAD AL-FATTAH, M. A.; EL-DERENY, S. Effect of honeybee visits to apple flowers on fruit set and fruit characteristics. **J. Biol. Chem. Environ. Sci.**, vol. 3 (2):497-514. 2008. Disponível em: <www.acepsag.org>. Acesso em 20 fev. 2013.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução de serviços de polinização dirigida em pomares de macieiras com uso de duas a três colmeias por hectare com entrada única nos pomares no início da floração entre 10 – 15% não supre as necessidades atuais para a alta eficiência de frutificação em pomares com alta densidade de plantas.

O atual modelo de utilização de colmeias para a polinização nos pomares de macieiras, segue regras estabelecidas há 40 anos, desenvolvidas pelo Instituto de Apicultura de Santa Catarina – IASC no município de Fraiburgo.

Avaliações sobre a eficiência da polinização do atual modelo de manejo das colmeias em relação aos modernos manejos na condução dos pomares com a implantação de alta densidade de plantas nas áreas produtivas, era até então, uma dúvida.

A adequação do número de colmeias em relação ao maior número de plantas por hectare era uma necessidade emergente para obter boa frutificação, sem o uso de hormônios vegetais sintéticos para suprir essa defasagem de abelhas nas flores.

A entrada única de colmeias nos pomares no início da floração, faz com que a permanência das abelhas com o decorrer dos dias nos pomares cause diminuição das frequências de visitas às flores de macieiras em detrimento de visitação às flores em torno do pomar, e amplie uma maior tendência de trabalho lateral nas flores de macieiras na coleta principalmente de néctar.

Os atuais parâmetros de avaliação das colmeias com contagem de entrada ou saída de abelhas das colmeias, e a observação do número de abelhas nas plantas em função de tempo, são insuficientes para prever a eficiência da polinização.

É importante durante as observações, perceber os tipos de visitas das abelhas às flores durante o momento de forrageio na coleta de alimentos.

A utilização de maior número de colmeias por área de pomar amplia as frequências de visitas às flores, mesmo que por poucos dias. A permanência de abelhas visitando as flores de macieiras durante a floração, com comportamento de coleta por cima das flores é fundamental para estabelecer frutificação efetiva e eficiente. Essa constatação é importante e pode ser obtida através de introdução sequencial de colmeias após a introdução inicial.

Durante os experimentos em 2012 e 2013, a introdução sequencial com dupla densidade de colmeias proporcionou ampliação das frequências de visitas às flores e aumento da proporção de abelhas na coleta de alimentos por cima das flores nos cultivares avaliados.

Mesmo em cultivares que apresentam facilidade de coleta de néctar pelas laterais das flores, através de ‘lacunas basais’, a introdução sequencial de colmeias proporciona maiores índices de visitas por cima das flores, logo após a entrada de novas colmeias nos pomares. Alguns dias após a introdução de novas colmeias nos pomares, há natural retorno de maiores índices de visitas laterais nas flores, principalmente em cultivares que apresentem facilidade de coleta de néctar pelos lados das flores.

A frutificação é resultado de maiores frequências de abelhas e visitas por cima nas flores de macieiras. Nos tratamentos utilizados, maiores porcentagens de frutificação foram obtidas com dupla densidade de colmeias com introdução sequencial.

Na fazenda Santa Clara em 2013, o fechamento da safra de 2013 mostrou maior produtividade por hectare nas áreas em que foi adotada a dupla densidade de colmeias com introdução sequencial.

A produção de frutos de mesa de ‘Galaxy’ nas áreas controle foi de 33,824 toneladas/ha e de 36,245 toneladas/ha nas áreas com dupla densidade de colmeias e introdução sequencial. Para ‘Fuji Suprema’ a produção foi de 29,432 toneladas/ha nas áreas com tratamento controle e de 35,295 toneladas/ha nas áreas em que foi usado a dupla densidade com duas introduções de colmeias.

A diferença de 5,863 toneladas/ha em produção para o cultivar ‘Fuji Suprema’ pode representar ganhos satisfatórios durante a vida útil de produção das plantas nos pomares.

Os estudos realizados nos anos de 2012 e de 2013 no município de Bom Retiro podem representar o início para novos programas de pesquisa sobre polinização em pomares de macieiras. A implementação de novos métodos para alcançar melhores rendimentos em produção na cultura da macieira poderão ser realizados a partir dos trabalhos em 2012 e 2013.

APÊNDICE A: Frequências de visitação de abelhas às flores

Tabela 9 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 27/09/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	53.38982	10.67796	26.0317 **
Resíduo	210	86.14011	0.41019	
Total	215	139.52992		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 39.87

Tabela 10 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 29/09/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0.93704	0.31235	3.5716 *
Resíduo	140	12.24355	0.08745	
Total	143	13.18059		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 24.98

Tabela 11 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 02/10/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	18.77246	6.25749	21.8738 **
Resíduo	140	40.05017	0.28607	
Total	143	58.82263		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 22.65

Tabela 12 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 04/10/2012, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	26.49921	5.29984	23.6109 **
Resíduo	210	47.13777	0.22447	
Total	215	73.63698		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 22.14

Tabela 13 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 04/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	6.45282	2.15094	14.5247 **
Resíduo	140	20.73244	0.14809	
Total	143	27.18526		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 22.38

Tabela 14 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 05/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	10.93449	3.64483	18.9304 **
Resíduo	140	26.95537	0.19254	
Total	143	37.88986		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 20.67

Tabela 15 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 06/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0.81885	0.27295	2.8762 *
Resíduo	140	13.28612	0.09490	
Total	143	14.10497		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 16.84

Tabela 16 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 07/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	5.15673	1.71891	7.7176 **
Resíduo	140	31.18154	0.22273	
Total	143	36.33827		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 27.42

Tabela 17 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 08/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	5.25459	1.75153	10.3691 **
Resíduo	140	23.64845	0.16892	
Total	143	28.90305		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 25.10

Tabela 18 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’ no dia 10/10/2013, na Fazenda Santa Clara, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	4.36514	1.45505	8.8385 **
Resíduo	140	23.04767	0.16463	
Total	143	27.41281		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 26.00

Tabela 19 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Imperial Gala’ nos dias 05/10/2013 e 12/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	26.62794	8.87598	39.0622 **
Resíduo	140	31.81176	0.22723	
Total	143	58.43970		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 21.50

Tabela 20 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares ‘Fuji Suprema’ e ‘Imperial Gala’ nos dias 06/10/2013 e 13/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	16.98515	5.66172	42.8625 **
Resíduo	140	18.49263	0.13209	
Total	143	35.47778		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 21.50

Tabela 21 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares 'Fuji Suprema' e 'Imperial Gala' nos dias 07/10/2013 e 14/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	9.04119	3.01373	23.8887 **
Resíduo	140	17.66202	0.12616	
Total	143	26.70320		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 23.52

Tabela 22 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares 'Fuji Suprema' e 'Imperial Gala' nos dias 09/10/2013 e 15/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	65.10531	21.70177	106.4180 **
Resíduo	140	28.55012	0.20393	
Total	143	93.65543		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 20.61

Tabela 23 - Análise de variância em avaliações de frequências de visitas de abelhas às flores dos cultivares 'Fuji Suprema' e 'Imperial Gala' nos dias 10/10/2013 e 16/10/2013, na Fazenda Barreiro, em diferentes tratamentos. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	44.99453	14.99818	102.2482 **
Resíduo	140	20.53576	0.14668	
Total	143	65.53029		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 20.13

APÊNDICE B: Frutificação efetiva

Tabela 24 - Análise de variância na frutificação efetivados cultivares Fuji Suprema e Galaxy, no dia 23/10/2012, em diferentes tratamentos na Fazenda Santa Clara. Bom Retiro, 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	9143.01436	1828.60287	26.0675 **
Resíduo	210	14731.25372	70.14883	
Total	215	23874.26808		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 28.52

Tabela 25 - Análise de variância na frutificação efetivados cultivares Fuji Suprema e Galaxy, no dia 06/11/2013, em diferentes tratamentos na Fazenda Santa Clara. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	2718.97188	906.32396	13.3992 **
Resíduo	140	9469.62474	67.64018	
Total	143	12188.59662		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 21.11

Tabela 26 - Análise de variância na frutificação efetivados cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala, no dia 06/11/2013, em diferentes tratamentos na Fazenda Barreiro. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	11076.55557	3692.18519	43.2529 **
Resíduo	140	11950.77674	85.36269	
Total	143	23027.33231		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 22.58

APÊNDICE C: Número de sementes

Tabela 27 - Análise de variância no número de sementes em frutos dos cultivares Fuji Suprema e Galaxy, nos dias 28/01/2013 e 07/03/2013, em diferentes tratamentos na Fazenda Santa Clara. Bom Retiro, 2013.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	142.96759	28.59352	10.7733 **
Resíduo	210	557.36111	2.65410	
Total	215	700.32870		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 25.41

Tabela 28 - Análise de variância no número de sementes em frutos dos cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala, nos dias 15/02/2014 e 22/03/2014, em diferentes tratamentos na Fazenda Barreiro. Bom Retiro, 2014.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	64.17500	21.39167	7.7115 **
Resíduo	476	1320.41667	2.77398	
Total	479	1384.59167		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

CV% = 23.98