

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

**ANDRÉ AMARILDO SEZERINO**

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DO MIRTILO (*Vaccinium ashei*  
READE CVS. CLIMAX E POWDERBLUE) NO MUNICÍPIO DE  
BOM RETIRO, SC.**

**FLORIANÓPOLIS  
2010**

**ANDRÉ AMARILDO SEZERINO**

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DO MIRTILO (*Vaccinium ashei*  
READE CVS. CLIMAX E POWDERBLUE) NO MUNICÍPIO DE  
BOM RETIRO, SC.**

Dissertação submetida à Universidade  
Federal de Santa Catarina para  
obtenção do título de Mestre em  
Ciências, área de concentração em  
Recursos Genéticos Vegetais.

Prof. Orientador: Afonso I. Orth -  
Eng. Agr. Dr.

**FLORIANÓPOLIS  
2010**

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

S522e Sezerino, André Amarildo

Ecologia da polinização do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade cvs. Climax e Powderblue) no município de Bom Retiro, SC [dissertação] / André Amarildo Sezerino ; orientador, Afonso Inácio Orth. - Florianópolis, SC, 2010.  
83 p.: il., grafs., tabs.

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

Inclui referências

1. Agricultura. 2. Abelha - Bom Retiro (SC). 3. Polinização - Bom Retiro (SC). 4. Frutas - Bom Retiro (SC) - Qualidade. 5. Biologia vegetal. 6. Flores - Bom Retiro (SC). I. Orth, Afonso Inácio. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

CDU 631

**Ecologia da polinização do Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade cvs. Climax e Powder Blue) no Município de Bom Retiro, SC.**

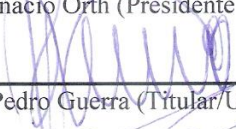
por

**André Amarildo Sezerino**

Dissertação julgada e aprovada em 28/04/2010, em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre 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 /Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Miguel Pedro Guerra (Titular/UFSC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Geraldó Moretto (Externo/FURB)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. César Assis Butignol (Titular/UFSC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis (Coordenador do Programa)

Florianópolis, março de 2010

## **AGRADECIMENTOS**

---

Ao professor, orientador e grande amigo Dr. Afonso I. Orth, por todas as contribuições Imprescindíveis para a elaboração deste trabalho, as quais já vem desde a minha graduação;

À Eng. Agr<sup>a</sup>. Tatyana Schültz Ferreira, por sua hospitalidade e por permitir utilizar o pomar de mirtilos em sua propriedade;

Aos meus pais, pela educação, carinho e todo tipo de ajuda necessária durante toda a minha vida;

À Aline Rosa, por ser a pessoa que é, por todo o seu amor e carinho que me fazem tão feliz. Também pela ajuda em um dia de colheita de mirtilos em Bom Retiro, pelo auxílio na contagem de sementes dos frutos e a ajuda no trabalho prático da disciplina de anatomia de plantas vasculares;

À colega desde os tempos de graduação e agora no mestrado Clarissa A. Caprestano, por todas as ajudas no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal do CCA;

Ao pessoal do Laboratório de Entomologia pela ótima convivência (Ivan Faoro, José Felinto, Henrique jucá, Júlio Vilpert, as Gabrielas Vanderlinde e Bastiani e Prof. Cesar Butignol);

A todos os professores da Universidade Federal de Santa Catarina, que repassaram seus conhecimentos tão fundamentais para melhor entender e respeitar cada vez mais a natureza, especialmente os professores Miguel P. Guerra e a professora Marisa Santos pela dedicação e presteza;

Especialmente à mim, André A. Sezerino pelo empenho e força de vontade para não desistir no meio do caminho;

À todos, que direta ou indiretamente me ajudaram no desenvolvimento desta Dissertação, muito obrigado.

## MENSAGENS

---

O maior pecado contra a mente humana é acreditar em coisas sem evidências. A ciência é somente o supra-sumo do bom-senso – isto é, rigidamente precisa em sua observação e inimiga da lógica falaciosa.

Thomas Huxley

Por simples bom senso não acredito em Deus. Em nenhum.

Charles Chaplin

## RESUMO

A introdução de novas espécies e cultivares de plantas frutíferas de clima temperado no Brasil, em especial no Estado de Santa Catarina, vem crescendo em área cultivada e conseqüentemente em importância econômica. O mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) (Ericaceae) é uma espécie introduzida comercialmente em Santa Catarina e no Brasil há relativamente pouco tempo e, para uma produção comercial satisfatória, necessita que pelo menos 80% das flores frutifiquem. Objetivou-se neste trabalho elucidar alguns aspectos da ecologia da polinização de *Vaccinium ashei* cvs Climax e Powderblue, por meio da realização de testes de polinização, da análise da produção quantitativa e qualitativa de néctar e a sua coleta pelos polinizadores, da contagem do número de grãos de pólen produzidos por flor e do levantamento da diversidade e abundância dos visitantes florais em uma área de cultivo comercial situada no município de Bom Retiro – SC, bem como da análise do comportamento forrageiro dos principais visitantes florais do mirtilo. Observou-se Os resultados obtidos neste estudo mostram que as cultivares Climax e Powderblue possuem flores com morfologia floral adaptada a polinização por abelhas. Ambas mostraram ser uma importante fonte de recursos tróficos (néctar e pólen) para as abelhas, o beija flor e os demais visitantes florais. *Apis mellifera* foi considerada o polinizador efetivo de ambas as cultivares. As abelhas *Plebeia* spp., *Bombus pauloensis*, *Melipona* sp., *Xylocopa* spp. e as da família Halictidae, além do beija flor *Leucochloris albicollis* podem ser considerados potenciais polinizadores. Observou-se a ocorrência de autopolinização, entretanto, esta, sendo inadequada a produção comercial. A maior formação de frutos em condições naturais de flores sem dano na corola indica que os polinizadores de ‘Climax’ e ‘Powderblue’ são eficientes e garantem a formação de mais frutos, frutos mais pesados e de maior diâmetro em relação às flores com dano na corola, ficando assim caracterizados os efeitos negativos do dano provocado por *Trigona spinipes* para a produção destes frutos. Adicionalmente, os experimentos evidenciaram que a população natural de abelhas no pomar e seus arredores foi bem preservada uma vez que a polinização livre produziu uma carga de frutos superior e com melhor qualidade do que os experimentos com polinização cruzada controlada manualmente.

Palavras chave: polinizadores, recursos florais, qualidade de frutos, abelhas nativas, biologia floral.

## ABSTRACT

The introduction of new species and cultivars of temperate fruit trees in Brazil, specially in the State of Santa Catarina, has been growing in area and economic importance. Blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) (Ericaceae) is an exotic species, introduced recently in Santa Catarina. The species requires that at least 80% of the flowers set fruit to a satisfactory production. The objective of this study was to clarify some aspects of the pollination ecology of *Vaccinium ashei* cvs. Climax and Powderblue, through pollination tests, analysis of nectar production, pollen production, and identification of the flower visitors and pollinators and their behavior, in Bom Retiro – SC. Results of this study show that the cultivars Climax and Powderblue have flowers with floral morphology adapted to bee pollination. Both cultivars proved to be an important source of food resource (nectar and pollen) for bees, hummingbirds and other floral visitors. *Apis mellifera* was considered the effective pollinator of both cultivars. *Plebeia* spp, *Bombus pauloensis*, *Melipona* sp, *Xylocopa* spp and the halictid bees, as well as the hummingbird *Leucochloris albicollis* were considered potential pollinators. Occurrence of self pollination, was observed; however, with an inadequate fruit set for commercial purpose. The greater fruit set of flowers without corolla damage indicates that the pollinators of 'Climax' and 'Powderblue' are efficient, ensuring the formation of more, heavier berries and with a larger diameter than the fruits formed by flowers with a corolla damage, characterizing the negative effects of flower laceration caused by *Trigona spinipes* for the blueberry fructification.

Key words: pollinators, floral resources, fruit quality, wild bees, floral biology.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. HIPÓTESES.....</b>	<b>5</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Objetivo geral .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>6</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. Descrição da planta .....</b>	<b>8</b>
<b>4.3. Instalação e manejo do pomar.....</b>	<b>10</b>
<b>4.4. Polinização .....</b>	<b>10</b>
<b>4.5. Colheita .....</b>	<b>13</b>
<b>4.6. Pós-colheita .....</b>	<b>13</b>
<b>4.7. Aspectos econômicos .....</b>	<b>13</b>
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1. Área de estudo .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2. Espécie estudada.....</b>	<b>16</b>
<b>5.3. Morfologia floral.....</b>	<b>16</b>
<b>5.4. Sistema reprodutivo vegetal .....</b>	<b>16</b>
5.4.1. Receptividade do estigma.....	16
5.4.2. Número de Grãos de pólen.....	17
5.4.2.1. Germinação in vitro dos grãos de pólen .....	17
5.4.3. Número de óvulos .....	18
5.4.4. Razão pólen/óvulo.....	18
5.4.5. Testes de polinização .....	18
5.4.6. Produção de néctar .....	20

<b>5.5.</b>	<b>Visitantes florais .....</b>	<b>21</b>
<b>5.6.</b>	<b>Análises estatísticas.....</b>	<b>23</b>
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1.</b>	<b>Morfologia floral.....</b>	<b>24</b>
<b>6.2.</b>	<b>Sistema reprodutivo vegetal.....</b>	<b>25</b>
6.2.1.	Receptividade do estigma .....	25
6.2.2.	Número de grãos de pólen .....	25
6.2.2.1.	Germinação in vitro dos grãos de pólen .....	25
6.2.3.	Número de óvulos.....	27
6.2.4.	Razão pólen/óvulo .....	27
6.2.5.	Testes de polinização.....	27
6.2.6.	Produção de néctar.....	35
<b>6.3.</b>	<b>Visitantes florais .....</b>	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>60</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>75</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão da população mundial resulta na constante aceleração das mudanças no uso da terra. O aumento da população requer grande produção de alimentos, dos quais muitos requerem polinização por abelhas (Martin & McGregor, 1973). Para Potts et al. (2006), estes insetos são responsáveis pela produção de 30% do alimento consumido pelos seres humanos.

No Brasil, a produção das principais espécies frutíferas de clima temperado é insuficiente para atender a demanda interna, gerando uma crescente necessidade de importação de frutas que podem ser produzidas nas regiões mais frias do Brasil (Antunes, 2008). Devido a isto, a introdução de novas espécies e cultivares no Sul do Brasil, em especial no Estado de Santa Catarina, vem crescendo em área cultivada e conseqüentemente em importância econômica.

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) também conhecido como *blueberry*, em inglês ou *arándano*, em espanhol é uma espécie que foi introduzida em Santa Catarina a relativamente pouco tempo e vem ganhando importância econômica devido a demanda pelos seus frutos e pelas propriedades bioativas que estes apresentam (Antunes & Madail, 2007).

Entretanto, para se obter uma boa frutificação é necessário que haja boa polinização e conseqüente fertilização das flores. De acordo com Sampson & Cane (2000), sem polinização cruzada mediada por abelhas, 96% das flores de mirtilo do grupo Rabbiteye não resultam em frutos.

Existem nas plantas superiores diversas adaptações que favorecem a polinização cruzada. Uma destas é a dioiccia. Entretanto, a maior parte das angiospermas são hermafroditas e apresentam outras adaptações florais contra a autogamia, como por exemplo, a heterostilia e a dicogamia. Além disto, a prevalência de sistemas de auto-incompatibilidade em árvores indica que as barreiras para a autofertilização são principalmente genéticas, e não morfológicas (Bawa, 1979). Em casos extremos, plantas fortemente auto-incompatíveis não formam frutos e sementes a partir de flores autopolinizadas, porém, na maioria dos casos, a auto-incompatibilidade se expressa por uma baixa produtividade de frutos e sementes em autopolinizações, quando comparado com polinizações cruzadas (Bittencourt-Júnior, 2003).

Na cultura do mirtilo, mesmo cultivares auto compatíveis apresentam reduzida frutificação efetiva e menor tamanho de frutos quando as flores são auto-polinizadas comparativamente à polinização

cruzada (Morrow, 1943; El-Agamy et al, 1981; Rabaey & Luby, 1988; Gupton & Spiers, 1994; Ehlenfeldt, 2001).

Além do mirtilo, diversas outras plantas cultivadas necessitam de insetos como vetores de pólen para uma adequada frutificação. Um exemplo de um caso de dependência quase obrigatória entre planta e polinizador na fruticultura é o uso de abelhas *Apis mellifera* L. para a polinização da macieira. Benedek (1983) cita que esta cultura é altamente dependente das abelhas sendo que 90% da produção se deve à atividade deste polinizador.

Em termos globais, a contribuição dos polinizadores às principais culturas dependentes destes agentes alcança US\$ 54 bilhões por ano (Kenmore e Krell, 1998), podendo chegar à 200 bilhões de dólares (Constanza et al, 1997). Somente nos Estados Unidos a contribuição dos polinizadores no incremento da fertilização das flores de diversas culturas, traz rendimentos estimados entre 20 e 40 bilhões de dólares por ano (Kearns et al, 1998). Losey & Vaugan (2006) citam que os polinizadores nativos – exclusivamente abelhas – são responsáveis por US\$ 3,07 bilhões em frutas e verduras produzidos naquele país. Somente na cultura do mirtilo os autores calcularam em US\$ 192,9 milhões o valor anual atribuído à polinização por abelhas, sendo que deste montante, US\$ 19,29 milhões são devidos à polinização por abelhas nativas.

Em diversas áreas do mundo, muitas populações de polinizadores estão sendo reduzidas a níveis abaixo dos quais podem sustentar serviços de polinização adequados em agroecossistemas (FAO, 2004). A riqueza de agentes polinizadores declinou com a intensificação da produção agrícola, provavelmente por degradação do ambiente natural e pelo uso de pesticidas. Entretanto, diversos estudos têm demonstrado que a introdução tanto de abelhas domésticas *Apis mellifera*, quanto abelhas nativas em áreas agrícolas é uma alternativa eficaz, não só para uma excelente safra de frutas, mas para uma maior produção de mel e pólen.

Para muitas espécies e culturas a pouco tempo introduzidas no Brasil, como é o caso do mirtilo, ainda não existem muitos estudos sobre a real importância das abelhas no incremento da frutificação, e da contribuição dessas na sobrevivência e manutenção das populações de abelhas nas condições do Sul do Brasil.

Contudo, é necessária a existência de informações seguras e confiáveis sobre o sistema reprodutivo de cada espécie e cultivar introduzida e o papel das espécies de visitantes florais destas a fim de se determinar quais são os polinizadores efetivos e sua real importância no

incremento das taxas de frutificação, assim como a importância dos recursos tróficos ofertados pelas flores destas plantas para a manutenção das populações de abelhas e produção de mel e pólen para consumo humano. Assim, estudos a curto, médio e longo prazo devem ser desenvolvidos no Brasil a fim de subsidiar estratégias viáveis de polinização dirigida em pomares comerciais e a conservação da fauna polinizadora visando incrementos de produção desta frutífera.

## 2. HIPÓTESES

**Hipótese 1:** A polinização cruzada afeta a quantidade e a qualidade dos frutos formados.

H<sub>0</sub>: Não existe diferença na quantidade e qualidade de frutos formados oriundos de polinização cruzada quando comparados com frutos oriundos de autopolinização e anemofilia.

H<sub>1</sub>: A polinização cruzada diminui a quantidade e a qualidade de frutos formados quando comparados com frutos oriundos de autopolinização e anemofilia.

H<sub>2</sub>: A polinização cruzada aumenta a quantidade e a qualidade de frutos formados quando comparados com frutos oriundos de autopolinização e anemofilia.

**Hipótese 2:** A biologia floral apresenta características associadas à síndrome de entomofilia.

H<sub>0</sub>: Não existe relação entre a biologia floral e a síndrome de entomofilia.

H<sub>1</sub>: A biologia floral apresenta características adequadas a síndrome de melitofilia.

H<sub>2</sub>: A biologia floral apresenta características adequadas a outras síndromes de polinização.

**Hipótese 3:** Existe predominância de um determinado grupo de visitantes florais no mirtilo.

H<sub>0</sub>: Não existe predominância de um determinado grupo de visitantes florais.

H<sub>1</sub>: Existe uma maior predominância de Hymenoptera: Apoidea.

H<sub>2</sub>: Existe uma maior predominância de outros visitantes florais.

**Hipótese 4:** O comportamento dos visitantes florais afeta o processo de polinização.

H<sub>0</sub>: Não existe relação entre o comportamento dos visitantes florais e o processo de polinização.

H<sub>1</sub>: O comportamento dos visitantes florais afeta negativamente o processo de polinização.

H<sub>2</sub>: O comportamento dos visitantes florais afeta positivamente o processo de polinização.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral

Determinar a importância dos visitantes florais do mirtilo, em especial das abelhas *Apis mellifera* L. e das abelhas nativas para a frutificação do mirtilo, buscando relacionar a importância apícola desta planta por meio da produção de néctar e pólen.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Descrever a morfologia floral;
- Caracterizar o sistema reprodutivo preferencial de *Vaccinium ashei* Reade;
- Avaliar a receptividade do estigma ao longo do tempo;
- Quantificar o pólen produzido por flor e a sua viabilidade;
- Avaliar o volume e a concentração de açúcares no néctar produzido pelas flores;
- Levantar a diversidade e a abundância dos insetos polinizadores desta espécie;
- Descrever o comportamento dos principais visitantes florais e suas relações com as flores do mirtilo;
- Observar a presença de grãos de pólen aderidos no estigma das flores de mirtilo após visitas legítimas dos polinizadores.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Introdução

A família Ericaceae é formada por 82 gêneros com mais de 2.500 espécies distribuídas, principalmente, nas regiões temperadas e subtropicais dos hemisférios Norte e Sul. Muitas espécies da família Ericaceae são cultivadas em todo o mundo. Algumas destas espécies possuem alto valor econômico/alimentício, como por exemplo o mirtilo (*Vaccinium* spp.) (*blueberry*, em inglês ou *arándano*, em espanhol) (Joly, 1998).

O mirtilo foi introduzido no Brasil em 1983, pela Embrapa Clima Temperado de Pelotas (RS), a partir de plantas provenientes da Universidade da Flórida. A espécie introduzida foi *Vaccinium ashei*, com o objetivo de avaliar a adaptação da espécie às condições edafoclimáticas da região (Antunes & Madail, 2007).

O mirtilo apresenta uma grande importância econômica, especialmente nos Estados Unidos e Europa, centros de diversidade do gênero *Vaccinium* (Westwood, 1982). Nestas regiões é amplamente cultivado em vários países.

Em algumas localidades o fruto é conhecido como “fruto da longevidade” devido a sua composição nutricional (Antunes & Madail, 2007). Prior et al. (1998) e Kalt et al. (1999) relatam uma elevada atividade antioxidante em diferentes cultivares de mirtilo, sendo esta característica atribuída aos altos índices de compostos fenólicos e antocianinas presentes nos frutos. Oliveira et al., (2006) encontraram elevados teores de antocianinas em seis cultivares de mirtilo cultivadas no Rio Grande do Sul, sendo Powderblue a que apresentou os teores mais elevados ( $157,4\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ).

Nas últimas duas décadas, foi observado um rápido crescimento da área de cultivo e da produção de frutos de mirtilo no mundo. De 1990 a 2008, a área plantada aumentou de 41.862ha para 74.015ha, enquanto a produção de frutos cresceu de 124.324 toneladas em 1990 para 331.347 toneladas em 2008 (FAO, 2010), a qual deve alcançar em 2012, segundo estimativas, 362.873 toneladas (Lehnert, 2008).

Estes fatores têm impulsionado o cultivo em regiões não tradicionais, como a América do Sul, na qual destacam-se o Chile com 6.000 ha de área plantada seguido da Argentina com 4.000 ha (Vilaro & Soria, 2006). Estima-se que no Brasil exista uma área cultivada, com mirtilo, ao redor de 100ha (Pagot, 2006).



## 4.2. Descrição da planta

O mirtilo é uma planta caducifólia, de porte arbustivo ou rasteiro (Westwood, 1982). Exige solos medianamente ácidos (pH entre 4,5 e 5,2), ricos em matéria orgânica e bem drenados. Pode ser propagado por meio de sementes, enxertia, estaquia (Raseira, 2004), ou ainda por propagação *in vitro* (Castillo, 2004). Dos meios disponíveis para a propagação, a estaquia é a mais utilizada. Hoffmann et al. (1995) citam que o enraizamento de estacas semi-lenhosas é afetado pela época de coleta das mesmas, sendo novembro a época onde se obtém os maiores percentuais de estacas enraizadas. O autor ainda relata que a utilização do AIB (ácido indol butírico) mostra-se eficiente para estimular o enraizamento das estacas, sendo as concentrações mais eficientes entre 2000 e 4000ppm quando aplicado na forma de pó.

As inflorescências consistem em racemos com seis a 14 flores por inflorescência dependendo da espécie (Raseira, 2007). As flores individuais são perfeitas, apresentam a corola com pétalas brancas ou cor de rosa de forma tubular ou em forma de sino. Cerca de 8 a 10 estames estão inseridos na base da corola, ao redor de um longo estilo. As anteras apresentam deiscência poricida onde o pólen é liberado através de poros na extremidade de cada uma delas durante o período de receptividade do estigma (McGregor, 1976). O pólen é composto de quatro grãos unidos, geralmente, um tetraedro, dos quais cada um é capaz de germinar *in vitro* (Raseira, 2007). O ovário é ínfero com 4 a 5 lóculos e diversos óvulos por lóculo (Free, 1970).

Seus frutos são bagas de cor azul escura, com aproximadamente 1,0 cm de diâmetro, 1,5 g de peso e sabor doce-ácido a ácido (Westwood, 1982). Podem conter mais de 65 pequenas sementes as quais não interferem no sabor do fruto (McGregor, 1976). Estas sementes podem ser divididas em quatro categorias: grandes, médias, pequenas e sementes falsas, as quais apresentam um papel fundamental no incremento de peso e no tempo de maturação dos frutos, pois são fontes de hormônios de crescimento essenciais para o desenvolvimento destes até a maturação (Desjardins & Oliveira, 2006). As sementes grandes e médias apresentam similar influência sobre a maturação dos frutos. Entretanto, apenas as sementes grandes influenciam positivamente no peso (Desjardins & Oliveira, 2006). De acordo com Aalders & Hall (1961), todo fruto de mirtilo deve conter pelo menos 6 a 10 sementes viáveis. Quando existem menos de 6 sementes, os frutos são pequenos e/ou caem prematuramente. O autor registra que cada semente adicional é responsável por 5% de incremento no peso do fruto, e acelera em meio dia a maturação do fruto.

O mirtilo pode ser classificado em quatro grupos principais: Rabbiteye, Highbush, Southern Highbush e Lowbush.

**Rabbiteye:** consiste na espécie *V. ashei* Reade (McGregor, 1976). São plantas de elevado vigor podendo alcançar até quatro metros de altura. Apresentam elevada produtividade, longevidade e são tolerantes ao calor e a seca (Pagot, 2006). Os cultivares do grupo Rabbiteye adaptam-se em regiões de pouco frio, cerca de 300 horas de frio abaixo de 7,2°C (Kender & Brightwell, 1966 citado por Raseira, 2004). Em relação à exigência em frio, a falta deste causa brotação e floração deficiente e, por consequência, produção inadequada (Raseira, 2004). Produzem frutos pequenos a médios, ácidos, firmes e de menor conservação (Pagot, 2006).

**Highbush:** desenvolveu-se principalmente de *Vaccinium australe* Small. e *Vaccinium corymbosum* L. (McGregor, 1976). São arbustos com dois ou mais metros de altura com necessidade entre 650 e 850 horas de frio abaixo de 7,2°C. Produzem frutos grandes de ótima qualidade (Pagot, 2006).

**Southern highbush:** grupo originado da região Sul dos Estados Unidos, predominando a espécie *V. corymbosum* L. Também são conhecidos como Highbush de baixa exigência em frio, entre 200 e 600 horas de frio hibernal. Os principais cultivares deste grupo foram desenvolvidos através de hibridações entre *V. corymbosum*, *Vaccinium darrowi* e *V. ashei*. Apresentam produção de frutos mais precoce em relação aos outros grupos (Pagot, 2006).

**Lowbush:** as duas espécies mais comuns são *Vaccinium augustifolium* Ait. e *Vaccinium myrtilloides* Michx. (McGregor, 1976). São plantas com menos de 50 cm de altura exigindo mais de 1000 horas de frio (Pagot, 2006).

Segundo Sharpe (1980), a espécie *Vaccinium ashei*, é apontada como a mais promissora das culturas para o Sul do Brasil, devido às condições de solo e clima favoráveis à adaptação de várias cultivares. Outros Estados, como por exemplo as regiões de maiores altitudes de São Paulo e Minas Gerais, têm condições para produzir algumas cultivares menos exigentes em frio (Raseira, 2004).

As variedades cultivadas no Brasil são aquelas introduzidas pela Emprapa, pertencendo aos grupos Rabbiteye (cultivares Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Clímax, Delite, Powderblue e Woodard), Highbush (cultivares Bluecrop, Elliot, Duke e Brigita) e Southern highbush (cultivares O'neal, Misty e Georgia Gem) (Pagot, 2006).

### **4.3. Instalação e manejo do pomar**

O espaçamento para a implantação da cultura varia de 3 a 4 metros entre linhas e 1 a 1,5 metro entre plantas, dependendo da topografia do terreno, da disponibilidade e do tipo de maquinário e do hábito de crescimento da cultivar a ser plantada (Raseira, 2004).

Nos dois primeiros anos, após o plantio das mudas, são realizadas as podas de formação buscando-se brotações vigorosas e hastes lenhosas suficientes para sustentar as produções futuras. Nesta poda eliminam-se as ramificações finas e débeis abaixo dos 30 cm de altura da copa. Priorizam-se três a quatro ramos mais vigorosos na 1ª estação. No inverno seguinte esses ramos são podados a 40-50 cm de altura, para formação de 3 a 4 pernadas. Sobre estas se concentrará a produção do ano seguinte. As pernadas podem permanecer por até 6 anos, quando serão substituídas. A planta de mirtilo apresenta uma juvenilidade extremamente curta, produzindo flores e frutos desde a fase de muda. Nos dois primeiros anos no campo, todas as flores e frutos devem ser retirados visando o fortalecimento dos ramos em formação (Raseira, 2004).

Após a formação da estrutura da planta, inicia-se a fase de produção comercial dos frutos. As podas de condução/produção serão realizadas no inverno (poda seca) e no verão (poda verde). Na poda de inverno eliminam-se ramos secos e mal localizados, especialmente aqueles que desenvolvem-se em direção ao interior da copa. A poda de verão deve ser realizada após a colheita, onde são eliminados os ramos que produziram frutos, uma vez que os mesmos tendem a secar. Ramos envelhecidos, com mais de 5 anos, devem ser eliminados totalmente, a partir da base ou logo acima de uma brotação vigorosa. Deve-se selecionar os ramos mais vigorosos para a produção do ano seguinte, uma vez que o mirtilo produz em ramos de ano (Raseira, 2004).

### **4.4. Polinização**

A floração do mirtilo, nas condições ecológicas de Pelotas (RS), ocorre no final de agosto e início de setembro (Raseira, 2004; Antunes et al, 2008). A floração dos cultivares Misty e O'neal ocorre entre julho e agosto (Pagot, 2006; Sezerino, 2007), necessitando de controle antecipada devido a precocidade (Pagot, 2006).

Para uma produção comercial satisfatória, o mirtilo necessita que pelo menos 80% das flores formem frutos (Raseira, 2004). Cultivares do grupo Lowbush apresentam uma baixa auto-fertilidade, sendo necessária a polinização cruzada para uma boa produção de frutos (Karmo et al., 1959; Wood, 1968 citados por Desjardins & Oliveira, 2006). Segundo

Sampson & Cane (2000), sem polinização cruzada mediada por abelhas, 96% das flores do grupo *Rabbiteye* não resultam em frutos.

Coville (1921) citado por Free (1993) observou que quando as flores do mirtilo foram auto-polinizadas, os frutos obtidos eram menores e apresentavam maturação mais tardia quando comparados com frutos obtidos através de polinização cruzada. Este autor observou também que algumas plantas eram quase completamente estéreis ao seu próprio pólen. A autopolinização também reduz a frutificação efetiva (Brevis & et al, 2006; Sezerino, 2007) e o número de sementes por fruto relativamente à polinização cruzada (Brevis et al, 2006).

Meader & Darrow (1944) citados por Free (1993) compararam os efeitos da autopolinização e da polinização cruzada manual em dez variedades de *Vaccinium ashei*. Os autores encontraram que a maioria das variedades eram parcialmente ou completamente auto-estéreis, sendo que apenas uma era completamente auto-fértil. Segundo os autores, frutos oriundos de polinização cruzada, dependendo da variedade, tinham sua maturação antecipada e eram entre 18 e 178% maiores que os frutos provenientes de autopolinização. Sezerino (2007) verificou a ocorrência de autopolinização nas cultivares *Misty* e *O`neal*, porém inadequada para a produção comercial devido a uma menor frutificação efetiva quando comparada aos testes de polinização livre e polinização cruzada manual.

Devido a sua morfologia floral, o pólen liberado das anteras cai fora da flor e não sobre o estigma, sendo a polinização mediada por insetos essencial para a frutificação (Raseira, 2004). O vento exerce pouca influencia sobre a polinização do mirtilo (Free, 1993; Sezerino, 2007).

Várias espécies de abelhas visitam as flores do mirtilo (McGregor, 1976; Delaplane, 1995; Free, 1993, Sezerino, 2007; Silveira, 2008). *Apis mellifera* e *Bombus* spp. são os mais abundantes polinizadores presentes nas flores do mirtilo nos Estados Unidos. Abelhas solitárias (*Colletes* spp., *Halictus* spp., *Andrena* spp. e *Nomada* spp.) e moscas (*Bombylius* spp., *Calliphora* spp. e *Eristalis* spp.) também são comuns (Free, 1993). No Sul do Estado da Geórgia (EUA), as abelhas *Apis mellifera* são os mais numerosos visitantes florais no grupo *Rabbiteye* seguidos por *Bombus* spp., *Xylocopa* spp. e *Habropoda laboriosa* (Delaplane, 1995). No Sul do Brasil, Sezerino (2007) e Silveira (2008) observaram que os visitantes florais mais frequentes foram as abelhas domésticas *Apis mellifera*, e as abelhas nativas dos gêneros *Plebeia*, *Bombus*, *Xylocopa*, *Trigona*, além de Halictidae, Vespidae e Scoliididae.

Existem poucas informações a respeito do comportamento de abelhas visitantes florais do mirtilo. Sabe-se que abelhas do gênero *Bombus* visitam 10-20 flores por minuto, enquanto *Apis mellifera* e algumas abelhas solitárias visitam apenas 5 flores por minuto (Free, 1970).

Segundo Cane & Pane (1990) as abelhas *H. laboriosa* e *Bombus* spp. foram consideradas os polinizadores mais eficientes da cultivar ‘Tifblue’ (grupo Rabbiteye), e a abelha doméstica *Apis mellifera* a menos eficiente. Entretanto, Dedej & Delaplane (2003) relataram que a efetividade das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores varia entre as variedades deste grupo. Segundo os autores, a variedade ‘Climax’ responde positivamente ao aumento da densidade de abelhas, tendo como referência o incremento da frutificação efetiva, o número de sementes por fruto e a velocidade de maturação dos frutos. Sezerino (2007) considera as abelhas *A. mellifera* e as do gênero *Plebeia* os mais eficientes polinizadores do mirtilo no Oeste de SC, enquanto Silveira (2008) cita que as mamangavas *Bombus* spp. são os efetivos polinizadores do mirtilo e complementam a polinização realizada por *Apis mellifera* no município de Pelotas, RS. Willians (2006) considera as abelhas do gênero *Bombus* melhores polinizadores de ericáceas que *Apis mellifera* devido à sua habilidade de coletar o pólen por vibração (*buzzpollination*), o que a *Apis mellifera* não tem habilidade para realizar.

Desjardins & Oliveira (2006) observaram um incremento de 29% na frutificação do mirtilo do grupo Lowbush com a presença de três indivíduos de *Bombus impatiens* por 10m<sup>2</sup>. Kinsman (1957) sugere que com menos de um inseto polinizador por metro quadrado no grupo Lowbush durante tempo favorável – ensolarado e calmo com temperatura acima de 16°C – haverá uma polinização ineficiente.

Boulanger (1964) e Boulanger et al. (1967) notaram que quando existiam poucos polinizadores nativos nos EUA, a introdução de colméias de *Apis mellifera* era recomendada. Darrow & Martin (1966) sugerem que a polinização por abelhas nativas deve ser suplementada com uma a cinco colméias por acre (1acre = 0,4ha). Eck et al. (1990) recomendam colocar cinco colméias de *Apis mellifera* por hectare quando 25% das flores estiverem abertas para otimizar a produção de frutos.

McGregor (1976) relata que tanto o pólen quanto o néctar do mirtilo são atrativos para as abelhas embora alguns cultivares sejam mais atrativos que outros. Shaw et al. (1954) citados por Free (1993) encontraram uma média de 21% de açúcar no néctar de flores do mirtilo.

De acordo com Sezerino (2007), a avaliação do volume e concentração de açúcares no néctar das cultivares Misty e O'neal apresenta características associadas a melitofilia.

Karmo (1958) cita que colméias levadas a campos de produção de mirtilo nos Estados Unidos podem armazenar até 18kg de mel durante o período de floração. Entretanto, este potencial produtivo depende da região, da época de floração e das características do néctar e pólen produzidos por cada cultivar.

Em Santa Catarina, poucas são as plantas cultivadas que participam da produção apícola, sendo a maior parte desta produção oriunda de vegetação espontânea (Kalvelage et al., 2005).

#### **4.5. Colheita**

O amadurecimento dos frutos ocorre de forma irregular, exigindo diversas colheitas seletivas para a retirada somente dos frutos maduros (Hoffmann & Antunes, 2002). A colheita normalmente dá-se entre dezembro e janeiro e deve ser realizada nas horas mais frescas do dia. Os frutos colhidos devem ser colocados em local protegido do sol (Raseira, 2004). A produtividade varia conforme a cultivar e região de cultivo, ficando entre 6 e 10 toneladas por hectare (Hoffmann & Antunes, 2002). De acordo com Nuñez e Rey (2009), a colheita representa 56,31% dos custos variáveis de um pomar de 5ha de mirtilo.

#### **4.6. Pós-colheita**

Os frutos de mirtilo da cultivar 'Climax' (grupo Rabbiteye) podem ser conservados a 0°C com UR entre 90 e 95% por até 14 dias quando destinados ao consumo *in natura*. Para fins de processamento os mesmos podem ser armazenados por até 42 dias. Existe um significativo aumento na porcentagem de frutos murchos durante o armazenamento refrigerado, especialmente a partir dos 28 dias, tornando-os inviáveis para o consumo *in natura*, podendo ser utilizados apenas na indústria de processamento, desde que não ocorram mudanças significativas nas suas características químicas (Kluge et al., 1995).

#### **4.7. Aspectos econômicos**

Muitos países beneficiam-se da possibilidade de produzir os frutos durante a entressafra européia e americana, o que pode ser o caso do Brasil (Raseira, 2004). No Chile, quase toda sua produção é destinada à exportação para os Estados Unidos e Canadá (86,3%), Holanda (5,2%), Inglaterra (3,4%) e Japão (3,4%) (ASOEX, 2009). Na Argentina, as colheitas adiantadas de cultivares precoces permitem aos

exportadores beneficiarem-se com altos preços (US\$ 32,00.kg<sup>-1</sup>) (Gallagher, 2006).

No Brasil a comercialização dos frutos de mirtilo se dá de duas maneiras: na forma *in natura*, em recipientes de 100 gramas com preços que variam entre R\$ 2,99 e R\$ 7,99 nos mercados de Florianópolis (observação pessoal), e uma grande porcentagem, entre 40% a 60%, é vendida congelada para a indústria de sucos e geléias recebendo entre R\$ 9,00 e R\$ 15,00.kg<sup>-1</sup>. No caso em que os produtores negociam sua produção com as empresas comercializadoras, recebem entre R\$10 e R\$15,00.kg<sup>-1</sup> de fruta fresca, dependendo do local, qualidade, quantidade da fruta e época da colheita (Antunes & Madail, 2007; Poltronieri, 2003; Pagot, 2009).

De acordo com Nuñez & Rey (2009), o cultivo do mirtilo na Região Sul do Brasil mostrou-se altamente rentável, com um VPL (valor presente líquido) de R\$ 397.270,75 e uma TIR de 22,56% (em uma área de cultivo de 5 ha no município de Erechim - RS). O período de recuperação do investimento inicial remunerado é de 6,11 anos. Essa condição, no médio prazo, pode ser ameaçada pela entrada, cada vez maior, de frutas provenientes principalmente do Chile. Entretanto, é uma oportunidade de negócio ímpar que remunera com altos benefícios àqueles produtores preocupados com a qualidade da fruta.

Bueno (2007) e Nuñez & Rey (2009) citam que o custo de implantação de 1ha de mirtilo é de R\$ 35.091,70 no município de Itá - SC, e R\$ 33.606,70 no município de Erechim - RS, respectivamente. Tais valores não incluem o custo da terra nem a instalação de câmara de refrigeração. Ainda segundo os autores, o maior custo na implantação de um pomar de mirtilos são as mudas, as quais são comercializadas por poucos viveiros e a preços elevados e podem representar quase 50% do custo total de implantação.

Em relação às despesas com custos variáveis, anualmente são gastos em média R\$ 8.703,45.ha<sup>-1</sup>. Dessa quantidade, a maior porcentagem é devida aos gastos com a mão-de-obra na colheita dos frutos, a qual é realizada entre dezembro e janeiro (Nuñez & Rey, 2009).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Área de estudo

Os estudos desenvolveram-se em uma área de produção comercial de mirtilos a uma altitude de aproximadamente 912 metros acima do nível do mar, em parceria com a empresa Projetos e Planejamento Técnico Agropecuário - Proplanta, localizada no município de Bom Retiro – SC (latitude de 27°47'220'' Sul, e longitude 49°29'320'' Oeste) (Figura 1).

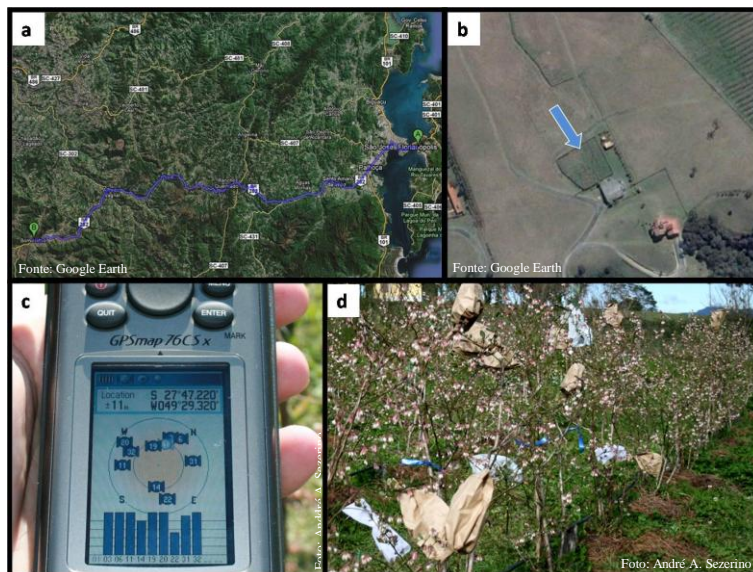


Figura 1. Área de estudo. a) Trajeto Florianópolis – Bom Retiro; b) Vista aérea com a localização do pomar (seta); c) Coordenadas geográficas do pomar; d) Pomar com plantas em estudo. Bom Retiro, 2010.

Os dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos com auxílio de um termo-higrômetro, e a força do vento com a escala da força do vento de Beaufort (Laroca,1995), a fim de relacionar qualquer mudança na atividade forrageira das abelhas a variações climáticas.



## 5.2. Espécie estudada

Utilizou-se no estudo a espécie *Vaccinium ashei* Reade, pertencente ao grupo Rabbiteye, sendo avaliadas as cultivares Clímax e Powderblue.

A cultivar Climax é proveniente de um cruzamento entre 'Callaway' e 'Ethel'. Os frutos podem ser considerados de tamanho médio, com película de coloração azul-escura e polpa de sabor doce ácido. Amadurece de maneira relativamente uniforme. Em Pelotas, o diâmetro e o peso médio dos frutos varia entre 1,0 e 1,7cm, e 1,8g de peso. A película apresenta-se coberta por bastante pruína, dando o aspecto bem azulado ao fruto. O teor de sólidos solúveis varia entre 10 e 12,4°Brix (Raseira, 2007).

A Cultivar Powderblue apresenta frutos de tamanho médio (entre 1,3 e 1,6cm de diâmetro) a grande (acima de 1,7cm de diâmetro) com sabor doce-ácido equilibrado. É uma das cultivares com maior quantidade de pruína na película. O peso médio dos frutos varia 1,2 a 1,9 g e o teor de sólidos solúveis, 11 a 11,7°Brix. Esta cultivar originou-se de um cruzamento entre 'Tifblue' e 'Menditoo'. É considerada resistente a doenças, sendo as plantas produtivas e vigorosas. Foi a cultivar de maior produtividade na coleção da Embrapa, safra 2002/2003 (6,1g.planta<sup>-1</sup>) (Raseira, 2007).

## 5.3. Morfologia floral

Coletou-se, para a análise da morfologia floral, ao acaso 30 flores de cada uma das cultivares estudadas, onde foram tomadas as seguintes medidas em cada flor: comprimento do tubo da corola, diâmetro da abertura principal da corola, o diâmetro do orifício provocado por *Trigona spinipes* na lateral da corola e o número de estames.

Também contou-se o número de inflorescências por planta, o número de flores por inflorescência e, assim, estimado o número de flores por planta em cada cultivar.

## 5.4. Sistema reprodutivo vegetal

Inferiu-se a estratégia reprodutiva de *V. ashei* através de experimentos laboratoriais e a campo, tais como:

### 5.4.1. Receptividade do estigma

Realizou-se o teste de receptividade do estigma, onde foi utilizada a técnica proposta por Galen & Plowright (1987), a qual relaciona a atividade da enzima peroxidase no estigma com o aumento da adesão e germinação dos grãos de pólen. Foram marcadas e

protegidas com tecido de voal 35 flores em estágio de pré-antese em cada cultivar, das quais 5 flores por dia eram submetidas ao teste a partir da abertura dos botões. Foi utilizado o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$  – 10 volumes) para se detectar a ação da enzima peroxidase, cuja presença foi indicada pela formação de pequenas borbulhas nos estigmas receptivos.

#### **5.4.2. Número de Grãos de pólen**

Estimou-se o número de grãos de pólen (tétrades) produzido por flor através da diluição de duas anteras em tubos eppendorf com 0,5 mL de ácido láctico a 85%, de quatro flores ensacadas na pré-antese em cinco indivíduos, totalizando 20 flores. Realizou-se a contagem do número de tétrades por flor em quatro amostras de 1,5  $\mu$ L de cada tubo eppendorf separadas em lâminas reticuladas, e observadas sob microscópio óptico com aumento de 100 vezes (Kearns & Inouye, 1993). A fórmula para calcular o número de tétrades por antera foi  $N = X * 500 / 1,5 * 1/2$ , onde N é o número de tétrades por antera; X é número médio de grãos de pólen das quatro amostras; 500 é o volume de ácido láctico em  $mm^3$  ( $1mL = 1mm^3$ ); 1,5 é o volume ( $\mu$ L) de solução transferida para as lâminas reticuladas e; 2 é número de anteras por suspensão.

##### **5.4.2.1. Germinação *in vitro* dos grãos de pólen**

Avaliou-se a viabilidade das tétrades através da germinação *in vitro* das mesmas. As avaliações foram realizadas em dois períodos: um dia (pólen fresco) e 30 dias (pólen armazenado em geladeira). Para a germinação do pólen anteras foram depositadas em pequenas bandejas de papel e mantidas em estufa a uma temperatura entre 25°C e 28°C durante 24 horas para a liberação das tétrades. Após liberadas, estas foram postas a germinar em meio de cultura de agarose (0,7  $g\ l^{-1}$  de agar e 10% de sacarose) dispensado em placas de petri (10 ml placa<sup>-1</sup>), e mantidas em estufa a 25°C por seis horas (Nunes et al., 2001), sendo avaliadas a cada 1 hora. Foi considerada germinada a tetrade que emitiu um ou mais tubos polínicos com comprimento igual ou superior ao seu próprio diâmetro. A porcentagem de tétrades germinadas foi obtida pela contagem em microscópio óptico de 100 tétrades em cada repetição, sendo realizadas 4 repetições.

### 5.4.3. Número de óvulos

Determinou-se o número de óvulos através do corte da parede do ovário de 20 flores de 5 plantas distintas, seguindo a contagem dos mesmos sob estereomicroscópio (16 X de aumento).

### 5.4.4. Razão pólen/óvulo

A razão pólen (tétrades)/óvulo seguiu a classificação proposta por Cruden (1977), o qual cita que dependendo desta razão, as plantas podem ser classificadas como cleistogâmicas, obrigatoriamente autogâmicas, facultativamente autogâmicas, facultativamente xenogâmicas ou xenogâmicas.

### 5.4.5. Testes de polinização

Caracterizou-se o sistema reprodutivo sexual de cada uma das cultivares estudadas através dos seguintes testes de polinização: 1) Polinização livre de flores com dano provocado por *Trigona spinipes* (Figura 2a): foram marcadas 12 flores danificadas por planta em cinco indivíduos (n=60 flores) e, estas, acompanhadas sob condições naturais de polinização sem manipulação; 2) Polinização livre de flores sem dano provocado por *Trigona spinipes* (Figura 2b): foram utilizadas 12 flores não danificadas por planta em cinco indivíduos (n=60 flores) e, estas, acompanhadas sob condições naturais de polinização sem manipulação; 3) Polinização cruzada manual (Figura 2c): 30 flores de cinco indivíduos foram emasculadas na pré-antese e polinizadas manualmente com pólen oriundo da outra cultivar (Climax polinizada com pólen de Powderblue e Powderblue polinizada com pólen de Climax). O pólen foi coletado retirando algumas anteras de flores na pré antese (dia que antecede a abertura da flor), colocando-as em um recipiente de vidro e abrindo-as com o cabo de um pincel. Após esta operação, o pólen foi retirado com auxílio de um pincel macio e depositado sobre o estigma; e 4) Autopolinização espontânea (Figura 2c): 60 flores na pré antese em cinco indivíduos foram ensacadas com papel manteiga para evitar a polinização cruzada.

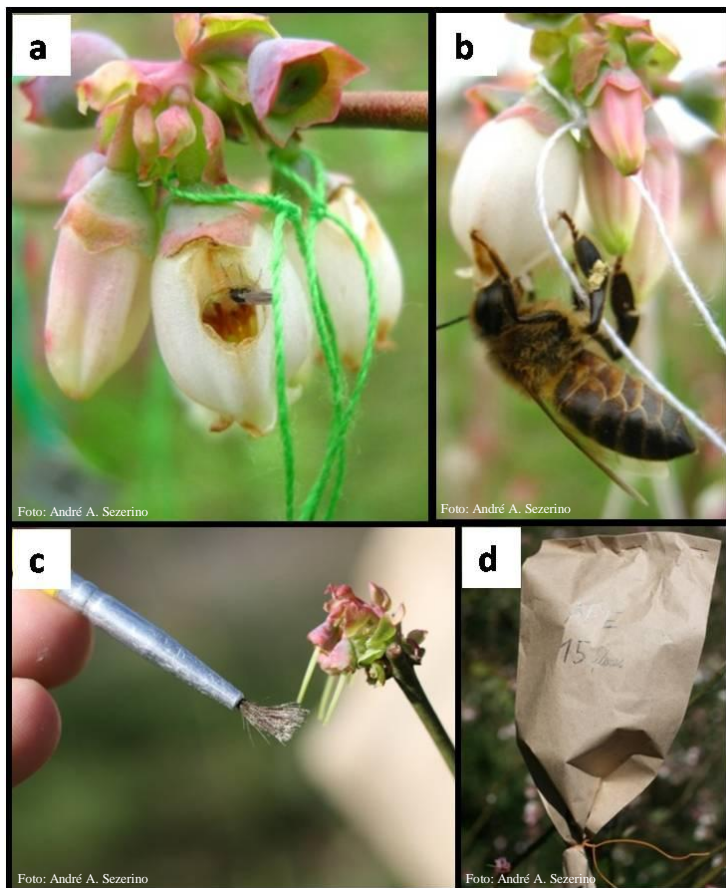


Figura 2: testes de polinização realizados em *Vaccinium ashei* cvs. Climax e Powderblue em Bom Retiro, SC. a) polinização livre de flores com dano provocado por *Trigona spinipes*; b) polinização livre de flores sem dano provocado por *Trigona spinipes*; c) Polinização cruzada manual e d) Autopolinização espontânea.

Após a realização dos testes foram contados o número de frutos formados em três períodos distintos: a primeira avaliação de frutificação efetiva deu-se aos 44 dias após a antese nos tratamentos de flores com danos e sem danos provocados por *Trigona spinipes*, aos 35 dias após a polinização no tratamento de polinização cruzada manual e aos 34 dias após o ensacamento das flores no teste de autopolinização espontânea; a segunda avaliação aos 62 dias após a antese nos tratamentos de flores

com danos e sem danos provocados por *Trigona spinipes*, aos 53 dias após a polinização no tratamento de polinização cruzada manual e aos 52 dias após o ensacamento das flores no teste de autopolinização espontânea e; a terceira e última avaliação aos 91 dias após a antese nos tratamentos de flores com danos e sem danos provocados por *Trigona spinipes*, aos 82 dias após a polinização no tratamento de polinização cruzada manual e aos 81 dias após o ensacamento das flores no teste de autopolinização espontânea, sendo esta última avaliação coincidente com o início da colheita. Após a última avaliação de frutificação colheu-se os frutos maduros disponíveis, nos quais avaliou-se o peso, o diâmetro, o °Brix da polpa e o número de sementes por fruto.

Avaliou-se o crescimento do tubo polínico no pistilo das duas cultivares submetidas a auto-polinização em microscopia óptica de fluorescência. Foram polinizadas com seu próprio pólen 40 flores (20 por cultivar) das quais foram coletados os pistilos em intervalos de 8, 16, 24, 32, 40, 48 horas após a polinização e colocados em solução de fixação FAA (5% formaldeído, 5% ácido acético e 90% de álcool etílico 70°GL). O material foi mantido por 48 h nesta solução e, em seguida, transferido para álcool etílico 70°GL.

Para análise de fluorescência os pistilos foram lavados e submetidos a um tratamento com NaOH 9N por dez minutos em estufa a 60°C. Em seguida foram lavados com água destilada e transferidos para uma lâmina contendo azul de anilina 0,1% em K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (0,1 M) (Martin, 1959), pressionados entre duas lâminas e observados em microscópio invertido Olympus IMT-2 com aparato de epifluorescência com filtros de 450 nm.

#### **5.4.6. Produção de néctar**

Determinou-se o volume e a concentração de açúcares do néctar potencial e do néctar instantaneamente disponível (nectar standing crop) (Dafni, 1992) produzido pelas flores do mirtilo.

Avaliou-se a produção de néctar potencial em flores (n=30) de cinco plantas distintas. As flores foram marcadas e ensacadas na pré-antese e avaliadas após 24 horas com o auxílio de tubos microcapilares com capacidade de 5µL (Figura 3a).

A avaliação do néctar instantaneamente disponível aos polinizadores foi realizada em três diferentes horários: às 07:30, às 12:30 e às 15:30. Foram utilizadas 5 flores não ensacadas por planta em 10 plantas em cada período de coleta (50 flores por período), totalizando 150 amostragens por cultivar.

A fórmula utilizada para quantificar o volume foi a proposta por Dafni (1992):  $VN = (CN * VM)/CM$ , onde VN é o volume de néctar ( $\mu\text{L}$ ); CN é o comprimento da coluna de néctar no capilar (mm); VM é o volume do capilar calibrado ( $\mu\text{L}$ ); e CM é comprimento do microcapilar (mm).

Mediu-se a concentração de açúcares do néctar com um refratômetro portátil com escala de 0 a 50% °Brix (Figura 3 c,d).

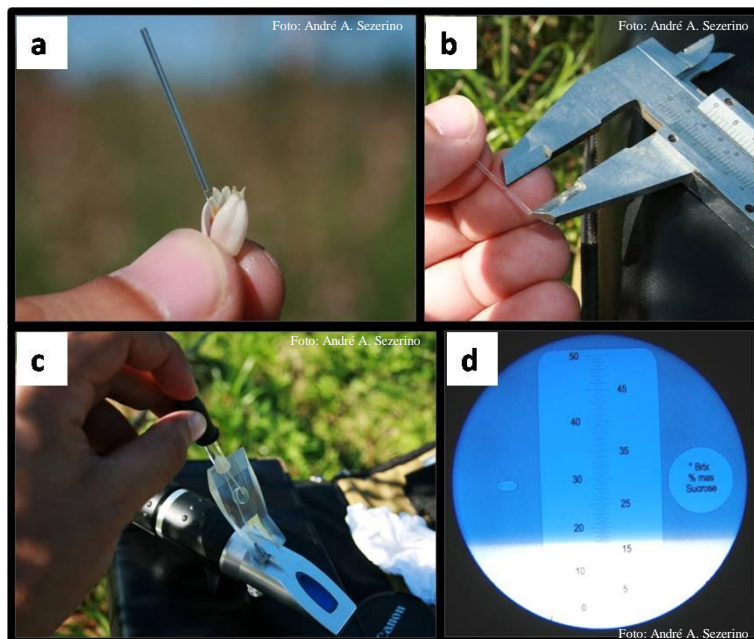


Figura 3. Método de coleta e avaliação do néctar em uma flor de *Vaccinium ashei*. a) coleta de néctar com a utilização de um tubo microcapilar; b) mensuração da coluna de néctar no tubo; c) refratômetro portátil; d) leitura da concentração de açúcar.

### 5.5. Visitantes florais

O levantamento da diversidade de insetos visitantes florais foi realizado em seis dias distintos. A captura foi realizada com auxílio de uma rede entomológica, adaptando-se a metodologia descrita por Sakagami et al. (1967). Foram realizados deslocamentos contínuos no pomar em floração, por períodos de meia hora a cada duas horas ao longo de todo um dia. Estas amostragens foram iniciada às 08:00 e se estenderam até às 18:00 horas, ou seja, os horários de coleta foram às

08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e às 18:00. As abelhas exóticas (*Apis mellifera*) visitantes florais do mirtilo não foram coletadas para maximizar o rendimento da coleta. Os insetos coletados foram transferidos para um tubo mortífero contendo cianeto de potássio, separados por dia e horário de coleta e posteriormente congelados a -24°C.

Os espécimes foram alfinetados, etiquetados e identificados, através de consultas à coleção de abelhas do Laboratório de Entomologia do CCA-UFSC, bem como a consultas à bibliografia especializada (Moure & Sakagami, 1962; Eickwort, 1969; Borror & Delong, 1988; Michener, 2000; Silveira et al, 2002) e especialistas.

Através de observações naturalísticas, a olho nu, foi avaliado o comportamento dos visitantes florais por ocasião da abordagem e partida das flores, observando-se, em especial, se o corpo dos visitantes tocou as anteras e os estigmas das flores. Durante a plena floração foi quantificado em 42 plantas de cada cultivar o número de insetos potencialmente polinizadores em cada planta, durante um período de três minutos. Com a utilização de contadores manuais foram quantificados de forma individual o número de abelhas pertencentes a Subfamília Apinae (neste trabalho representada somente por *Apis mellifera* Linnaeus, 1758), Meliponinae (*Melipona*, *Trigona* e *Plebeia*) e os demais visitantes florais.

Para observar a efetividade da polinização mediada por abelhas domésticas flores foram coletadas após visita legítima por *Apis mellifera* e seus estigmas observados em microscopia eletrônica de varredura para a verificação da deposição de grãos de pólen. O preparo das estruturas florais consistiu na desidratação das amostras em série alcoólica (álcool 80, 90, 96 e 100 °GL) por 30 minutos em cada álcool até o álcool 96 °GL e por 1 hora no álcool 100 °GL (duas vezes de 30 minutos efetuando-se a troca deste último álcool). Em seguida as amostras foram imersas em HMDS (Hexamethyldisilazane 97%) e mantidas em uma capela até a evaporação total do produto. Após a desidratação as amostras foram dispostas nos suportes de alumínio (*stubs*) sobre fita de carbono dupla face e mantidas em dessecador de sílica para evitar a reumidificação do material. As amostras foram enviadas ao Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da UFSC, recobertas com ouro em um metalizador Leica EM SCD500 e observadas em microscópio Jeol JSM – 6390 LV.

## **5.6. Análises estatísticas**

Os dados que apresentaram homogeneidade em suas variâncias foram analisados através do T-teste, da ANOVA e o teste de separação de médias de Tukey, enquanto aqueles que não apresentaram homogeneidade foram analisados pelo teste Kruskal Wallis, que é não paramétrico, com 95% de confiabilidade (Sokal & Rohlf, 1995), utilizando o programa Statistix 9.



## 6. RESULTADOS

### 6.1. Morfologia floral

A floração das duas cultivares iniciou na segunda quinzena de agosto em ambos os anos estudados. No ano de 2009, a floração começou no dia 16/08, estendendo-se até meados de 21/10, quando foram observadas poucas flores abertas e muitos frutos em desenvolvimento. Observou-se a plena floração em torno do dia 05/09.

Observou-se uma média de  $9,4 \pm 0,62$  e  $9,46 \pm 0,68$  inflorescências por planta respectivamente nas cvs. Climax e Powderblue. A média de inflorescências por planta foi significativamente diferente (t-teste,  $\alpha=0,05$ ), sendo  $485,6 \pm 48,4$  na cv. Climax e  $384,3 \pm 87,9$  na cv. Powderblue. O número estimado de flores por planta na cv. Climax foi de 4.564, enquanto na cv. Powderblue foi de 3.635.

Não foram observadas diferenças significativas na morfologia floral das duas cultivares excetuando-se a característica diâmetro da abertura principal da corola, a qual foi estatisticamente diferente entre as cultivares, sendo que a cv. Powderblue apresentou esta abertura maior que a cv. Clímax. O diâmetro do orifício lateral provocado por *Trigona spinipes* foi significativamente maior que a abertura natural da corola. O número de estames por flor foi de  $9,933 \pm 0,36$  na cv. Climax e  $9,933 \pm 0,25$  na cv. Powderblue, sendo que estas não foram significativamente diferentes. As médias das medidas tomadas por flor estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Valores médios  $\pm$  o desvio padrão das principais medidas tomadas nas flores de *Vaccinium ashei* cvs. Climax e Powderblue em Bom Retiro – SC.

	Comprimento do tubo da corola	Diâmetro da abertura principal da corola	Diâmetro do orifício lateral provocado por <i>Trigona</i>
Climax	$0,931 \pm 0,04$ <sup>ns</sup>	$0,244 \pm 0,02$ bB	$0,332 \pm 0,06$ <sup>ns</sup> A
Powderblue	$0,941 \pm 0,02$ <sup>ns</sup>	$0,294 \pm 0,04$ aB	$0,343 \pm 0,06$ <sup>ns</sup> A

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância; Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância;

<sup>ns</sup> = não significativo de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância.

As anteras de ambas as cultivares apresentaram morfologia semelhante, apresentando no ápice das mesmas o poro pelo qual são liberados os grãos de pólen, característica do gênero *Vaccinium* (Figura 4).

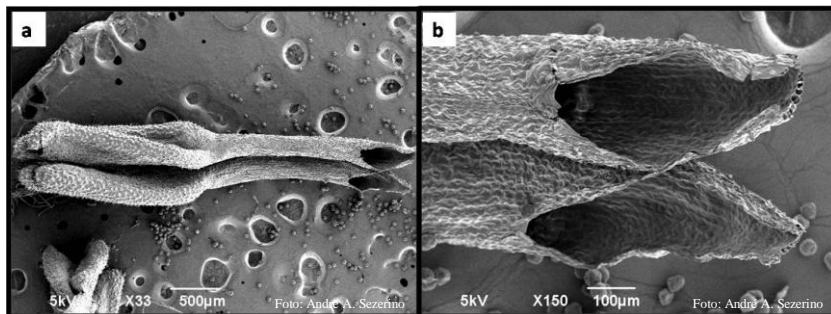


Figura 4. Antera de *Vaccinium ashei* cv. Powderblue observada em microscopia eletrônica de varredura. a) vista da antera inteira; b) detalhe da deiscência poricida da antera.

## 6.2. Sistema reprodutivo vegetal

### 6.2.1. Receptividade do estigma

Os estigmas de ambos os cultivares permaneceram receptivos desde a abertura da flor até o sétimo dia após a antese, quando ocorria a queda da corola e o início da formação dos frutos. Observou-se uma baixa receptividade no dia da antese, a qual aumentava consideravelmente até o quarto dia após a abertura floral. A partir deste momento a receptividade começava a declinar até o dia da queda da corola, quando a receptividade já apresentava-se praticamente nula.

### 6.2.2. Número de grãos de pólen

Observou-se um total de 11.009,07 grãos de pólen (tétrades) por flor na cv. Climax. Já na cv. Powderblue foram encontrados um total de 13.409,55 grãos de pólen por flor. Estas médias apresentaram diferença estatística significativa entre os cultivares (t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância).

#### 6.2.2.1. Germinação in vitro dos grãos de pólen

Para o pólen fresco observou-se diferença significativa na porcentagem de grãos de pólen germinados entre os cultivares. De acordo com o t-teste, o cv. Climax apresentou uma maior germinação a

partir de 4 horas da sementeira. Observou-se que os grãos de pólen perdem a viabilidade após 30 dias de armazenamento em geladeira, sendo que após este período nenhum grão de pólen da cultivar Climax germinou, e a germinação dos grãos de pólen da cultivar Powderblue foi baixa quando comparada com pólen fresco. Na tabela 2 estão apresentadas a porcentagem de germinação de grãos de pólen fresco (retirados da planta e avaliados após 24 horas) e pólen armazenado em geladeira (retirados da planta e avaliados após 30 dias) ao longo de 6 horas.

Tabela 2. Porcentagem média  $\pm$  o desvio padrão da germinação *in vitro* de grãos de pólen de *Vaccinium ashei* cvs. Climax e Powderblue ao longo de 6 horas.

	Pólen de 1 dia		Pólen de 30 dias	
	Climax	Powderblue	Climax	Powderblue
1 hora	0 <sup>ns</sup>	0	0 <sup>ns</sup>	0
2 horas	9,5 $\pm$ 6,1 <sup>ns</sup>	10,3 $\pm$ 5,2	0 <sup>ns</sup>	0
3 horas	40,5 $\pm$ 13,0 <sup>ns</sup>	38,3 $\pm$ 8,9	0 b	0,1 $\pm$ 0,3 a
4 horas	65,5 $\pm$ 9,8 a	49,4 $\pm$ 7,6 b	0 b	0,1 $\pm$ 0,3 a
5 horas	73,25 $\pm$ 6,6 a	56,5 $\pm$ 4,5 b	0 b	6,1 $\pm$ 3,1 a
6 horas	83,25 $\pm$ 3,7 a	65,8 $\pm$ 6,1 b	0 b	16,8 $\pm$ 3,8 a

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância;

<sup>ns</sup> = não significativo de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância.

Na figura 5 podem ser observados os tubos polínicos em diferentes estágios de desenvolvimento *in vitro*.

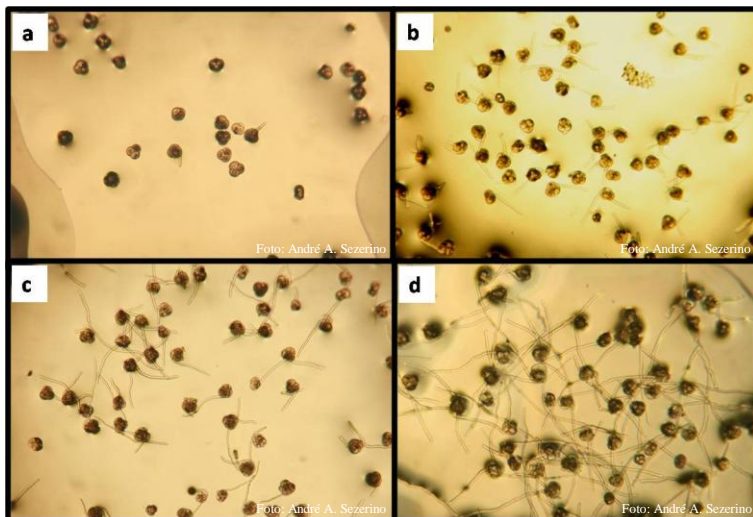


Figura 5. Germinação *in vitro* de grãos de pólen de *Vaccinium ashei* cv. Climax. a) 2 horas após a sementeira; b) 3 horas após a sementeira; c) 4 horas após a sementeira; d) 6 horas após a sementeira.

### 6.2.3. Número de óvulos

Na cv. Climax observou-se uma média de  $69,8 \pm 7,5$  óvulos por flor. Já na cv. Powderblue encontrou-se uma média de  $80,3 \pm 11,7$  óvulos por flor. As médias são significativamente diferentes (t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância).

### 6.2.4. Razão pólen/óvulo

A razão pólen/óvulo encontrada foi de 157,7 grãos de pólen para cada óvulo na cv. Climax, e de 166,9 grãos de pólen para cada óvulo na cv. Powderblue.

### 6.2.5. Testes de polinização

Os tratamentos de polinização livre sem danos de *Trigona spinipes* e polinização cruzada manual foram os responsáveis pelos melhores desempenhos na maioria das características avaliadas em ambos os cultivares. A frutificação efetiva no cv. Climax mostrou diferença entre os tratamentos somente na terceira avaliação (início da colheita). Mesmo com uma grande amplitude nas médias, os testes estatísticos não detectaram diferença significativa na frutificação efetiva, possivelmente, pelo número insuficiente de dados. Entretanto, observou-

se no tratamento de autopolinização uma queda significativa de frutos quando estes estavam próximos da maturação em ambos os cultivares. As porcentagens médias de frutificação nos três períodos de avaliação estão apresentados nas tabelas 3 e 4 respectivamente.

Tabela 3. Valores médios  $\pm$  o desvio padrão da frutificação efetiva (% de frutos formados) em três avaliações sucessivas\* nos tratamentos de polinização livre de flores sem dano de *Trigona spinipes*, polinização cruzada manual, polinização livre de flores com dano de *Trigona spinipes* e autopolinização espontânea realizados em *Vaccinium ashei* cv. Climax.

	Frutificação efetiva (%)		
	03/10/2009	21/10/2009	19/11/2009
Polinização livre SEM dano	81,6 $\pm$ 16,6aA	80,0 $\pm$ 14,4aA	80,0 $\pm$ 14,4aA
Polinização cruzada manual	72,7 $\pm$ 25,4aA	49,4 $\pm$ 22,3aA	47,3 $\pm$ 18,8abA
Polinização livre COM dano	61,6 $\pm$ 11,3aA	58,3 $\pm$ 18,3aA	56,6 $\pm$ 15,8abA
Auto-polinização espontânea	75,6 $\pm$ 10,1aA	34,4 $\pm$ 25,5aAB	33,0 $\pm$ 24,5bB

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey,  $\alpha=0,05$  de significância;

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey,  $\alpha=0,05$  de significância;

\* Primeira avaliação aos 44 dias após a abertura floral nos tratamentos de polinização livre SEM dano e polinização livre COM dano, aos 35 dias após a polinização no tratamento de polinização cruzada manual e 34 dias após o ensacamento das flores no tratamento de auto-polinização espontânea. A segunda avaliação realizou-se 18 dias após a primeira e a terceira 29 dias após a anterior.

Tabela 4. Valores médios  $\pm$  o desvio padrão da frutificação efetiva (% de frutos formados) em três avaliações sucessivas\* nos tratamentos de polinização livre de flores sem dano de *Trigona spinipes*, polinização cruzada manual, polinização livre de flores com dano de *Trigona spinipes* e autopolinização espontânea realizados em *Vaccinium ashei* cv. Powderblue.

	Frutificação efetiva (%)		
	03/10/2009	21/10/2009	19/11/2009
Polinização livre SEM dano	80,0 $\pm$ 14,4aA	76,6 $\pm$ 15,8aA	76,6 $\pm$ 15,8aA
Polinização cruzada manual	65,1 $\pm$ 43,7aA	57,5 $\pm$ 39,0aA	54,7 $\pm$ 38,5aA
Polinização livre COM dano	64,1 $\pm$ 20,6aA	61,2 $\pm$ 23,6aA	61,2 $\pm$ 23,6aA
Auto-polinização espontânea	87,6 $\pm$ 11,0aA	52,8 $\pm$ 25,1aAB	40,8 $\pm$ 19,0aB

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey,  $\alpha=0,05$  de significância;

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey,  $\alpha=0,05$  de significância;

\* Primeira avaliação aos 44 dias após a abertura floral nos tratamentos de polinização livre SEM dano e polinização livre COM dano, aos 35 dias após a polinização no tratamento de polinização cruzada manual e 34 dias após o ensacamento das flores no tratamento de auto-polinização espontânea. A segunda avaliação realizou-se 18 dias após a primeira e a terceira 29 dias após a anterior.

O peso, o diâmetro, o °Brix e o número de sementes das duas cultivares estudadas estão apresentados nas tabelas 5 e 6.

Entre cultivares o peso dos frutos não variou em nenhum dos tratamentos realizados. Já nas características diâmetro, °Brix da polpa e número de sementes observou-se variação entre as cultivares (Tabela 7). O diâmetro dos frutos foi estatisticamente diferente somente nos tratamentos de polinização livre sem dano e de polinização livre com dano, onde a cv. Powderblue apresentou maior diâmetro.

As observações de crescimento do tubo polínico no teste de auto-incompatibilidade mostraram a não ocorrência deste fenômeno em ambas as cultivares. Foi possível observar que após 32 horas a maior parte dos tubos polínicos estavam no terço final do estilete e, após 48 horas, uma parte destes haviam alcançado o ovário (Figuras 6 e 7).

Tabela 5. Peso, diâmetro, °Brix e número médio de sementes fruto<sup>-1</sup> seguidos pelos respectivos desvios padrão nos tratamentos de polinização livre de flores sem dano de *Trigona spinipes*, polinização cruzada manual, polinização livre de flores com dano de *Trigona spinipes* e autopolinização espontânea realizados em *Vaccinium ashei* cv. Climax. Bom Retiro, 2010.

Tratamento	Peso (g)*	Diâmetro (cm)*	°Brix (% sacarose)*	Número de sementes*
Polinização livre SEM dano	1,15 ± 0,25 A	1,29 ± 0,1 A	11,6 ± 1,5 A	50,9 ± 15,4 A
Polinização cruzada manual	1,10 ± 0,1 AB	1,26 ± 0,04 AB	11,4 ± 1,9 AB	35,0 ± 16,8 AB
Polinização livre COM dano	0,79 ± 0,23 C	1,15 ± 0,11 B	10,4 ± 1,3 B	25,3 ± 16,0 B
Auto-polinização espontânea	0,85 ± 0,18 BC	1,20 ± 0,1 B	10,6 ± 0,8 AB	8,4 ± 6,2 C

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey,  $\alpha=0,05$ .

\* Número de frutos avaliados: Polinização livre SEM dano (n=29); Polinização cruzada manual (n=6); Polinização livre COM dano (n= 20); Auto-polinização espontânea (n= 11).

Tabela 6. Peso, diâmetro, °Brix e número médio de sementes fruto<sup>-1</sup> seguidos pelos respectivos desvios padrão nos tratamentos de polinização livre de flores sem dano de *Trigona spinipes*, polinização cruzada manual, polinização livre de flores com dano de *Trigona spinipes* e auto-polinização espontânea realizados em *Vaccinium ashei* cv. Powderblue. Bom Retiro, 2010.

Tratamento	Peso (g) *	Diâmetro (cm) *	°Brix (% sacarose) *	Número de sementes *
Polinização livre SEM dano	1,27 ± 0,27 A	1,35 ± 0,11 A	10,2 ± 1,2 B	44,3 ± 13,6 A
Polinização cruzada manual	1,15 ± 0,26 AB	1,28 ± 0,09 AB	14,3 ± 1,6 A	32,2 ± 12,3 A
Polinização livre COM dano	0,98 ± 0,29 B	1,24 ± 0,14 AB	8,8 ± 1,4 C	38,4 ± 12,6 A
Auto-polinização espontânea	0,89 ± 0,23 B	1,20 ± 0,11 B	10,8 ± 1,3 B	10,3 ± 6,7 B

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey,  $\alpha=0,05$ .

\* Número de frutos avaliados: Polinização livre SEM dano (n=29); Polinização cruzada manual (n=5); Polinização livre COM dano (n= 12); Auto-polinização espontânea (n= 12).



Tabela 7. Frutificação efetiva (%), peso, diâmetro, °Brix e número médio de sementes fruto<sup>-1</sup> seguidos pelos respectivos desvios padrão nos tratamentos de polinização livre de flores sem dano de *Trigona spinipes*, polinização cruzada manual, polinização livre de flores com dano de *Trigona spinipes* e auto-polinização espontânea realizados em *Vaccinium ashei* cvs. Climax e Powderblue. Bom Retiro, 2010.

Tratamento	Cultivar	Peso (g)	Diâmetro (cm)	°Brix (% sacarose)	Número de sementes
Polinização livre SEM dano	Climax* Powderblue**	1,15 ± 0,26 <sup>ns</sup> 1,27 ± 0,27	1,29 ± 0,1 b 1,35 ± 0,11 a	12,6 ± 1,5 a 10,2 ± 1,2 b	50,9 ± 15,4 a 44,3 ± 13,6 b
Polinização cruzada manual	Climax* Powderblue**	1,10 ± 0,1 <sup>ns</sup> 1,15 ± 0,26	1,26 ± 0,04 <sup>ns</sup> 1,28 ± 0,09	11,4 ± 1,9 b 14,3 ± 1,6 a	35,0 ± 16,8 <sup>ns</sup> 32,2 ± 12,3
Polinização livre COM dano	Climax* Powderblue**	0,79 ± 0,2 <sup>ns</sup> 0,98 ± 0,29	1,15 ± 0,11 b 1,24 ± 0,14 a	10,4 ± 1,3 a 8,8 ± 1,4 b	25,3 ± 16,0 b 38,4 ± 12,6 a
Auto-polinização espontânea	Climax* Powderblue**	0,85 ± 0,18 <sup>ns</sup> 0,89 ± 0,23	1,20 ± 0,1 <sup>ns</sup> 1,20 ± 0,11	10,6 ± 0,8 <sup>ns</sup> 10,8 ± 1,3	8,4 ± 6,2 <sup>ns</sup> 10,3 ± 6,7

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância;

<sup>ns</sup> = não significativo de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância.

\* Número de frutos avaliados nas características peso, diâmetro, °Brix e número de sementes: Polinização livre SEM dano (n=29); Polinização cruzada manual (n=6); Polinização livre COM dano (n= 20); Auto-polinização espontânea (n= 11).

\*\* Número de frutos avaliados nas características peso, diâmetro, °Brix e número de sementes: Polinização livre SEM dano (n=29); Polinização cruzada manual (n=5); Polinização livre COM dano (n= 12); Auto-polinização espontânea (n= 12).

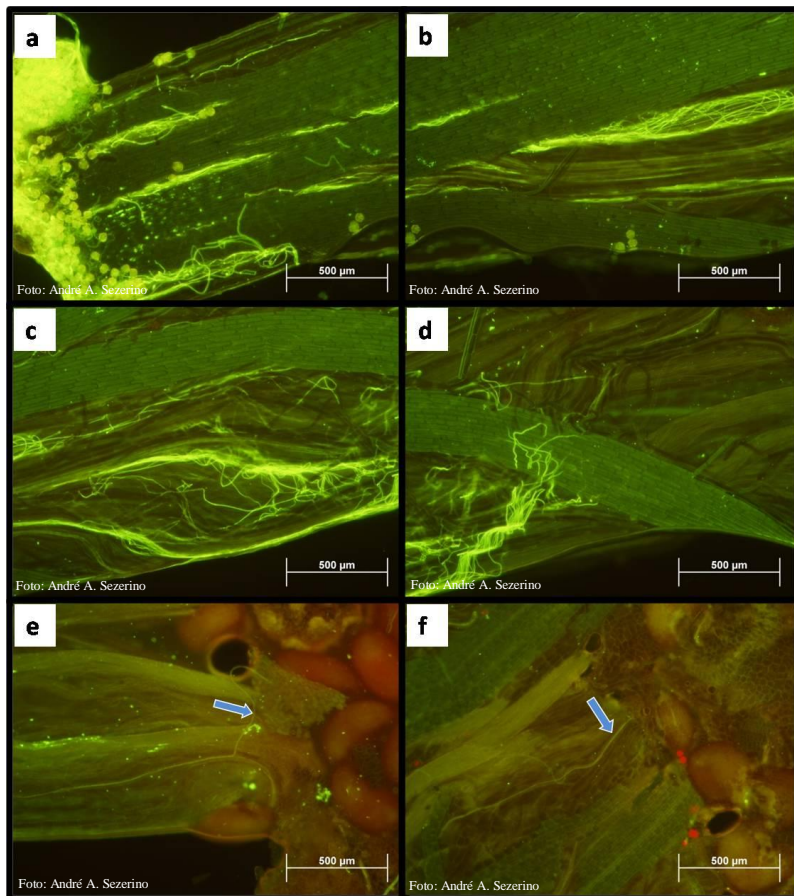


Figura 6. Germinação e crescimento do tubo polínico em *Vaccinium ashei* cv. Climax em microscópio óptico com aparato de epifluorescência 48 horas após a auto-polinização. a) ápice do pistilo; b) terço inicial do estilete; c) terço médio do estilete; d) terço final do estilete; e) e f) tubos polínicos entrando no ovário (setas).

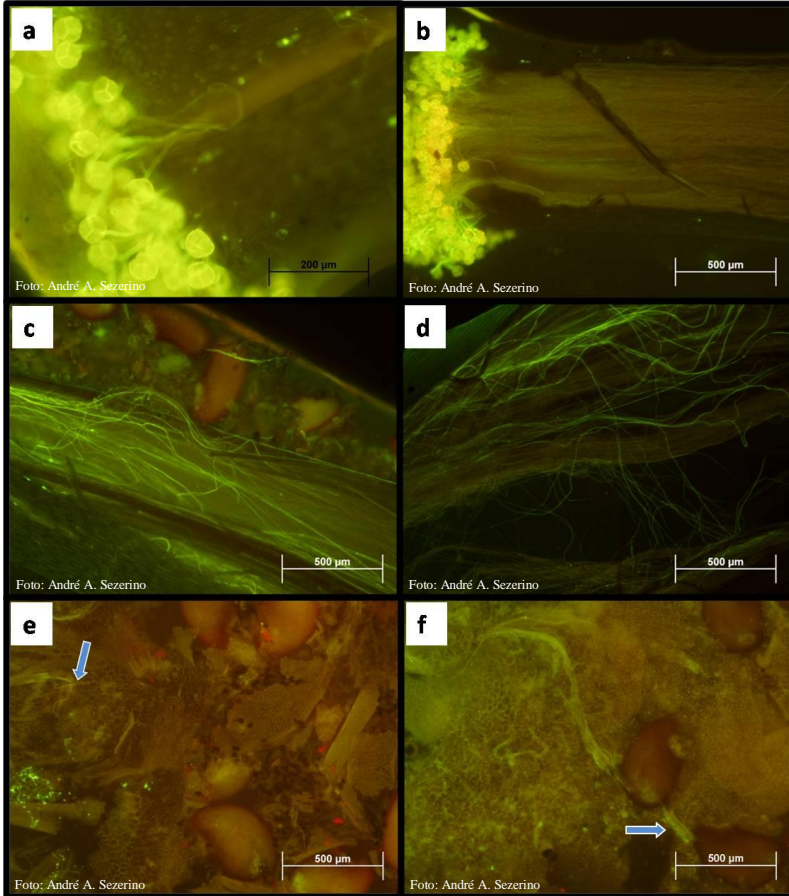


Figura 7. Germinação e crescimento do tubo polínico em *Vaccinium ashei* cv. Powderblue em microscópio óptico com aparato de epifluorescência. a) 8 horas após a auto-polinização: início da germinação das tétrades; b) 16 horas após a auto-polinização: crescimento dos tubos polínicos no ápice do estilete; c) 24 horas após a auto-polinização: tubos polínicos no terço médio do estilete; d) 32 horas após a auto-polinização: tubos polínicos no terço final do estilete; e) 40 horas após a auto-polinização: tubo polínico (seta) entrando no ovário; f) 48 horas após a auto-polinização: tubo polínico (seta) no ovário.

### 6.2.6. Produção de néctar

A produção diária de néctar por flor (néctar potencial) e a concentração de açúcar diferiram estatisticamente entre as cultivares (t-teste,  $\alpha = 0,05$ ). Na cv. Climax foi observado uma secreção média diária de  $2,90 \pm 1,22 \mu\text{L}$ , enquanto na cv. Powderblue,  $6,81 \pm 2,85 \mu\text{L}$ . A concentração de sacarose foi de  $43,6 \pm 6,6$  °Brix na cv. Climax e  $30,9 \pm 4,03$  °Brix na cv. Powderblue.

O volume de néctar instantaneamente disponível foi significativamente diferente nos três horários avaliados tanto na cv Clímax quanto na cv. Powderblue. Às 07:30 foi observado o maior volume disponível em ambas as cultivares, sendo que às 11:30 e às 15:30 o volume de néctar foi menor (Tabela 8).

A diferença de secreção de néctar instantaneamente disponível foi estatisticamente diferente entre as cultivares nos horários 07:30 e 11:30, não diferindo às 15:30. A cultivar Powderblue apresentou os maiores volumes secretados nos dois primeiros horários, não apresentando diferença às 15:30. Os resultados estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8. Volume ( $\mu\text{L}$ ) de néctar instantaneamente disponível das cultivares Climax e Powderblue em três diferentes horários do dia.

	07:30	11:30	15:30
Climax	$3,43 \pm 0,93$ Ab	$0,33 \pm 0,4$ Bb	$0,16 \pm 0,21$ B <sup>ns</sup>
Powderblue	$4,19 \pm 1,17$ Aa	$0,65 \pm 0,46$ Ba	$0,27 \pm 0,35$ B <sup>ns</sup>

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Kruskal-Wallis,  $\alpha=0,05$  de significância;

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância;

<sup>ns</sup> = não significativo de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância.

A concentração de sacarose (°Brix) também apresentou diferença estatística significativa no néctar instantaneamente disponível. Na cv. Clímax observou-se as maiores concentrações nos horários das 11:30 e 15:30, e um menor °Brix às 07:30. Já na cv. Powderblue foram observadas as menores concentrações de açúcar às 07:30 e às 11:30, e a maior concentração no período das 15:30 (Tabela 9).

Tabela 9. °Brix (% de sacarose) no néctar instantaneamente disponível nas flores das cultivares Climax e Powderblue em três diferentes horários do dia.

	07:30	11:30	15:30
Climax	15,9 ± 2,9 Ba	23,1 ± 4,1 Aa	26,5 ± 5,2 A <sup>ns</sup>
Powderblue	12,9 ± 2,0 Bb	15,7 ± 2,1 Bb	30,1 ± 5,8 A <sup>ns</sup>

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Kruskal-Wallis,  $\alpha=0,05$ ; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância; <sup>ns</sup> = não significativo de acordo com o t-teste,  $\alpha=0,05$  de significância.

### 6.3. Visitantes florais

Coletou-se um total de 1297 insetos visitantes florais do mirtilo, os quais pertencem a quatro diferentes ordens. Do total, 96,9% pertencem à ordem Hymenoptera, 1,5% à ordem Coleoptera, 1,3% à ordem Diptera e 0,3% à ordem Lepidoptera (Figura 8).

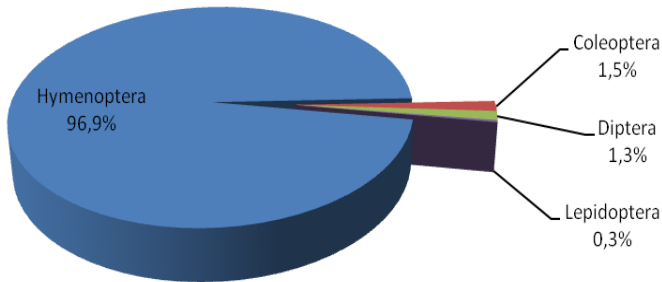


Figura 8. Porcentagem de indivíduos incluídos nas diferentes ordens de insetos coletados sobre as flores de *Vaccinium ashei*, no município de Bom Retiro-SC.

A ordem Hymenoptera foi a mais abundante com 1257 insetos coletados, os quais estão classificados nas seguintes famílias: Apidae (84,3%), Vespidae (8,4%), Halictidae (3,5%), Scoliidae (0,3%), Formicidae (0,2%), Ichneumonidae (0,1%) e Chalcididae (0,1%). Estes valores correspondem somente a espécies nativas, uma vez que a abelha doméstica *Apis mellifera* não foi coletada. As espécies de visitantes florais coletadas estão relacionadas na tabela 10.

Tabela 10. Visitantes florais coletados sobre flores de *Vaccinium ashei* em Bom Retiro, SC. 2008 - 2009.

Ordem/Família	Espécie	N
<b>COLEOPTERA</b>		<b>19</b>
Chrysomelidae	sp 1	15
Melyridae	<i>Astylus quadrilineatus</i> (Germar, 1824)	2
Melyridae	sp 1	1
Coleoptera desconhecida	sp 1	1
<b>DIPTERA</b>		<b>17</b>
Syrphidae	sp 1	10
Diptera desconhecida	sp 1	4
Diptera desconhecida	sp 2	1
Diptera desconhecida	sp 3	1
Diptera desconhecida	sp 4	1
<b>HYMENOPTERA</b>		<b>1257</b>
Apidae		1093
	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913 = <i>Bombus (Fervidobombus) atratus</i> Franklin 1913]	39
	<i>Ceratina</i> sp.	1
	<i>Melipona</i>	47
	<i>Plebeia emerina</i> Friese, 1900	508
	<i>Plebeia remota</i> Holmberg, 1903	42
	<i>Plebeia saiqui</i> Friese, 1900	240
	<i>Plebeia</i> sp 1	18
	<i>Trigona (Trigona) spinipes</i> Fabricius, 1793	175
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) augusti</i> Lepeletier, 1841	7
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) brasilianorum</i> Linnaeus, 1767	8
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> Olivier, 1789	4
	<i>Xylocopa</i> sp 1	3
	<i>Xylocopa</i> sp 2	1

Tabela 8. Continuação

Chalcididae	sp 1	1
Formicidae	sp 1	2
Formicidae	sp 2	1
Halictidae		46
	<i>Augochlora sp 1</i>	1
	<i>Augochlora sp 2</i>	1
	<i>Augochlora sp 3</i>	1
	<i>Augochloropsis sp1</i>	8
	<i>Augochloropsis sp2</i>	2
	<i>Augochloropsis sp3</i>	6
	<i>Augochloropsis sp4</i>	4
	<i>Augochloropsis sp5</i>	5
	<i>Augochloropsis sp6</i>	3
	<i>Cloralictus sp 1</i>	3
	sp1	3
	sp2	3
	sp3	2
	sp4	1
	sp5	2
Ichneumonidae	sp 1	1
Scoliidae		4
	sp1	3
	sp2	1
Vespidae		109
	<i>Brachygastra lecheguana</i> Latreille, 1824	84
	<i>Polybia paulista</i> Ihering, 1896	7
	sp1	14
	sp2	1
	sp3	1
	sp4	1
	sp5	1
<b>LEPIDOPTERA</b>	sp1	4
<b>TOTAL</b>		<b>1297</b>

Dentre os visitantes florais coletados, a espécie mais abundante foi *Plebeia emerina*, seguida por *Plebeia saiqui*. O gênero *Plebeia* foi responsável por 62,3% dos insetos coletados sobre as flores do mirtilo.

Todas as mamangavas da espécie *Bombus pauloensis* coletadas na área de estudo eram rainhas, não sendo observada nenhuma operária forrageando sobre as flores do mirtilo.

Foi observada uma baixa visitação nas flores do mirtilo no período da manhã, a qual aumentava no decorrer do dia. No primeiro período de amostragem foram coletados apenas 5 indivíduos, sendo que todos eram *Bombus pauloensis*, os quais estavam forrageando em uma temperatura entre 14,5 e 15,8°C. Abaixo de 15,8°C foram coletados apenas 16 indivíduos, sendo eles: *B. pauloensis* (n=6), *Brachygastra lecheguana* (n=6), *Trigona spinipes* (n=2), um Chrysomelidae, um Syrphidae e um Lepidoptera. Os demais visitantes florais iniciaram o forrageio somente com temperaturas superiores à 16,2 °C. O pico de visitação ocorreu às 14:00 com um total de 437 insetos coletados a uma temperatura média de  $23,1 \pm 1,9^\circ\text{C}$ , seguido pela diminuição da visitação a partir das 16:00, período este onde ocorria nova queda na temperatura (Figura 9). Os dados climáticos (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e as características do tempo) e o número de visitantes florais em cada período de coleta estão apresentados no Anexo I deste trabalho.

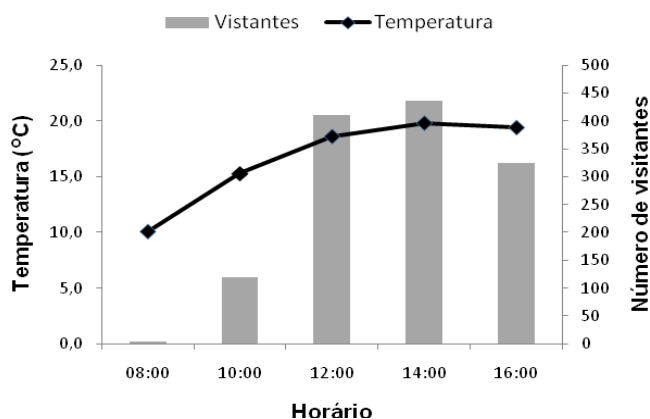


Figura 9. Relação entre a temperatura e a quantidade de visitantes florais coletados sobre as flores de *Vaccinium ashei* em Bom Retiro, SC. 2008 – 2009.



Foi observado um baixo volume de néctar instantaneamente disponível nas flores de mirtilo às 11:30 e às 15:30. Os picos de visitação sobre as flores de *Vaccinium ashei* são coincidentes com os horários de menor quantidade de néctar instantaneamente disponível (Figura 10).

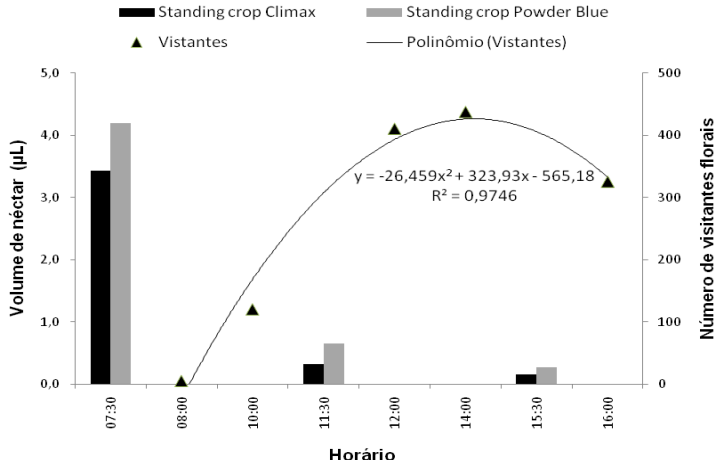


Figura 10. Relação entre a abundância de visitantes florais e o volume de néctar instantaneamente disponível ao longo do dia em *Vaccinium ashei* cvs. Climax e Powderblue.

A quantidade de Apinae (*Apis mellifera*) e meliponíneos nas observações de três minutos por planta foi significativamente superior que a quantidade dos demais visitantes florais nas duas cultivares (Tabela 11). Não houve diferença estatística significativa na quantidade de visitantes florais entre cultivares (Kruskal-Wallis,  $\alpha=0,05$ ).

Tabela 11. Número médio de visitantes florais.3 minutos<sup>-1</sup>.planta<sup>-1</sup> em *Vaccinium ashei* cvs. Climax e Powderblue em Bom Retiro, SC. 2009.

	Climax	Powderblue
Apinae	9,0 ± 5,8 a	8,4 ± 5,1 a
Meliponinae	10,9 ± 5,9 a	10,5 ± 5,8 a
Outros visitantes	2,7 ± 1,6 b	3,1 ± 1,8 b
TOTAL	22,6 ± 8,0	22,0 ± 8,7

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Kruskal-Wallis,  $\alpha=0,05$ ;

De acordo com as observações do comportamento dos visitantes florais, foram considerados polinizadores efetivos as abelhas domésticas *Apis mellifera* devido a sua grande abundância e por efetivamente depositarem grãos de pólen sobre o estigma das flores (Figura 11).

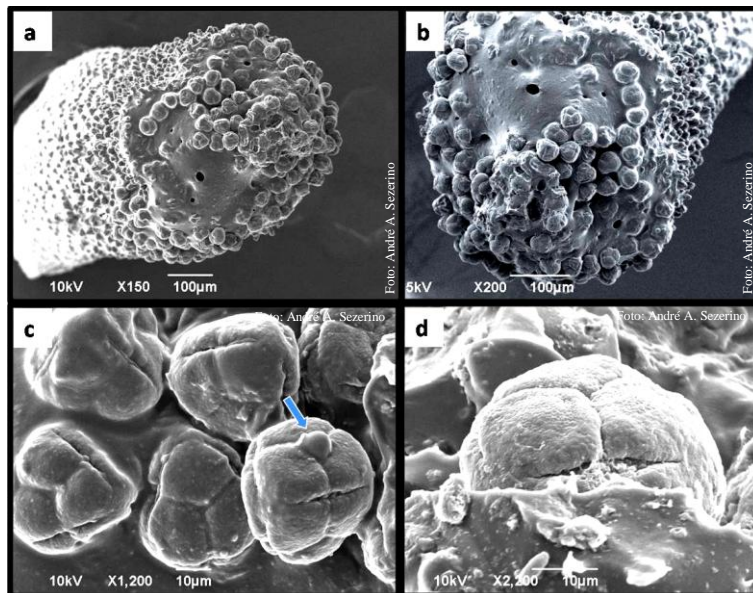


Figura 11. Estigmas de *Vaccinium ashei* cv. Climax observados em microscopia eletrônica de varredura após visita legítima de *Apis mellifera*. a) vista do ápice do pistilo; b) vista frontal do estigma com tétrades depositadas; c) tétrades de *Vaccinium ashei* com o detalhe do início da emissão de um tubo polínico (seta); d) tétrade depositada sobre o estigma.

Considerou-se como potenciais polinizadores as abelhas mirins *Plebeia emerina*, *Plebeia remota* e *Plebeia saiqui* pela sua abundância e por tocar as anteras e o estigma das flores quando da sua abordagem; as mamangavas *Bombus pauloensis*, e as do gênero *Xylocopa* por tocarem as estruturas reprodutivas das flores, pelo grande número de flores visitadas por unidade de tempo (dados não apresentados) e pela coleta de pólen por vibração e; as abelhas da família Halictidae pela coleta de pólen por vibração e por tocarem o estigma das flores. O polinizador efetivo e os demais potenciais polinizadores estão apresentados na figura 12.

Os insetos da família Vespidae, apesar de sua relativa abundância, não foram considerados polinizadores eficientes por realizarem visitas relativamente demoradas em cada flor e por não apresentarem pêlos ramificados no corpo. O mesmo foi observado para os Scoliidae, Coleoptera, Diptera e Lepidoptera observados sobre as flores do mirtilo.

Além dos insetos visitantes florais observou-se a presença constante do beija-flor do papo branco (*Leucochloris albicollis* Vieillot, 1818: Trochilidae) coletando néctar nas flores de mirtilo na área de estudo (Figura 12f). O mesmo apresentava comportamento típico de um eficiente polinizador, realizando visitas rápidas em diversas flores de ambas cultivares desde o início do dia até no final da tarde, mesmo sob baixas temperaturas e tempo chuvoso.

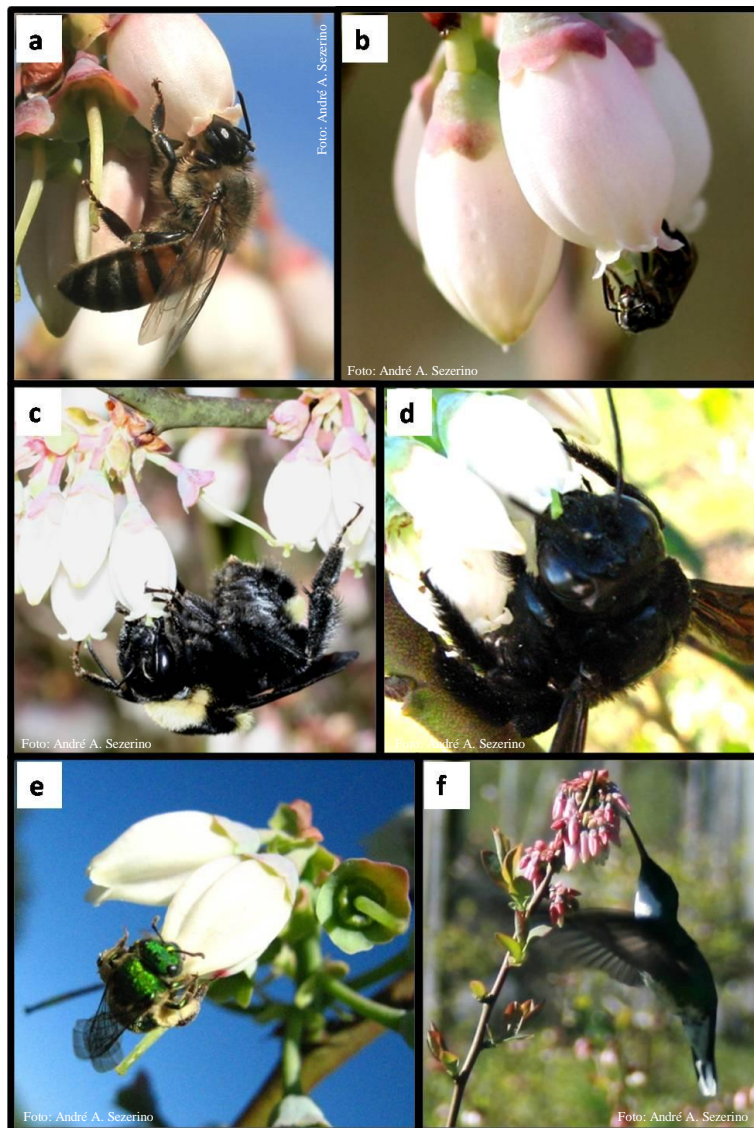


Figura 12. Visitantes florais de *Vaccinium ashei* em Bom Retiro, SC. a) *Apis mellifera* Linnaeus; *Plebeia emerina* Friese; c) *Bombus pauloensis* Friese; *Xylocopa* sp.; Halictidae; *Leucochloris albicollis* Vieillot.

## 7. DISCUSSÃO

A floração de ‘Climax’ e ‘Powderblue’ ocorreu dentro do período de início de floração para estas cultivares citadas por Antunes et al. (2008). Este autor observou variação no início da floração, na floração plena e no final da floração em três ciclos produtivos (2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006) em Pelotas – RS, podendo estes serem mais precoces ou tardios. Esta variação no padrão fenológico é consequência das características genéticas de cada cultivar, associado às diferenças de temperatura e luminosidade entre os anos, os quais interferem na floração e brotação (Childers & Lyrene, 2006; Antunes et al., 2008).

O comprimento do tubo da corola dos cultivares Climax ( $0,931 \pm 0,04$ cm) e Powderblue ( $0,941 \pm 0,02$  cm) apresentou medidas compatíveis com as citadas por McGregor (1976), a qual dependendo da espécie e cultivar deve estar entre 0,6 e 1,3 cm. Este comprimento do tubo da corola é compatível com o com o comprimento da língua de mamangavas do gênero *Bombus*, as quais apresentam esta estrutura com mais de 1 cm (Proctor et al., 1996).

Observou-se que o diâmetro do orifício realizado por *Trigona spinipes* na lateral do tubo da corola foi significativamente maior que a abertura principal em ambas as cultivares, o que mostra a relevância deste dano às flores do mirtilo. Danos maiores que a abertura natural da flor provocados por *T. spinipes* também foram observado por Sezerino (2007) na cultivar O’neal em Itá, SC. Silveira et al. (2007) relatam um grande percentual de flores de *Vaccinium ashei* com perfurações provocadas pela abelha irapuá no Estado do Rio Grande do Sul. Sezerino (2007) encontrou 40% das flores da cv. Misty e 73,3% das flores da cv. O’neal perfuradas na lateral do tubo da corola pela abelha *T. spinipes* no município de Itá, região Oeste de SC.

Sabe-se que para ocorrer uma polinização eficiente e, conseqüentemente, a fertilização dos óvulos, é necessário que os agentes polinizadores toquem os estames e o estigma da planta, o que não acontece quando estes visitam a flor pelo orifício lateral. Este orifício aberto também expõe as partes florais a intempéries, principalmente chuvas, fazendo com que a corola fique aderida aos estames e pistilos, podendo prejudicar a frutificação. Em muitos casos é comum nas flores que apresentam danos a ocorrência de fungos, que, em muitos casos, causam o abortamento das mesmas (Silveira, 2008). De acordo com Taiz & Zeiger (2009) qualquer tipo de lesão ou estresse pode induzir a biossíntese de etileno pelo tecido afetado, sendo que este hormônio está

envolvido no início da resposta ao estresse, levando a senescência e abscisão das flores, o que pode acarretar em uma menor frutificação efetiva. O etileno é facilmente liberado dos tecidos e difunde-se como gás através dos espaços intercelulares para o exterior do tecido, podendo afetar outros tecidos ou órgãos.

A média de estames por flor nas duas cultivares está de acordo com o citado por McGregor (1976) e Free (1993), os quais citam que 10 curtos estames circundam o estilete. As observações em microscopia eletrônica de varredura mostraram que as anteras de ambas as cultivares apresentaram a morfologia compatível com o citado por McGregor (1976), Free (1993) e Galletta & Ballington (1996).

Os estigmas de ambas cultivares permaneceram receptivos por todo o período em que apresentavam as pétalas (ou seja, quando ainda estavam atrativas aos visitantes florais). De acordo com Young & Sherman (1978), a adequada frutificação da cv. Bluebelle é esperada com a polinização das flores até cinco dias após a antese devido, possivelmente, ao período de maior receptividade do estigma. Wood (1962) observou que flores de *Vaccinium angustifolium* apresentavam um declínio na receptividade com o aumento da idade, podendo, entretanto, ser esperada a formação de algum fruto após a visitação de *Apis mellifera* até o sétimo dia após a antese. Em Bom Retiro foi observado que os estigmas permaneciam com alta receptividade até o quarto dia após a antese, declinando a partir deste momento, contrariando em parte o citado por Wood (1962) anteriormente. Tal evento pode ter ocorrido devido ao fato de as flores permanecerem ensacadas sem que tenha ocorrido a polinização e, a flor, como estratégia para garantir a reprodução, manteve condições adequadas para receber pólen por quatro dias após a antese. Após este período ocorreu a diminuição da receptividade, possivelmente pela não fertilização dos óvulos e a não síntese de hormônios envolvidos com o desenvolvimento destes em sementes, resultando a curto prazo na diminuição da receptividade do estigma, culminando com a senescência da flor. Brevis et al. (2006) citam que o período de receptividade do estigma não está correlacionado com a frutificação dos cultivares Brightwell e Tifblue, mas sim a longevidade dos óvulos. Segundo os autores, a baixa frutificação em 'Tifblue' submetida à polinização manual no dia da antese pode ser o resultado de um atraso na maturação dos sacos embrionários, assim como a baixa frutificação no tratamento de polinização oito dias após a antese pode ser explicada pela perda da viabilidade dos óvulos. Em Bom Retiro, as flores das cvs. Climax e Powderblue apresentaram a receptividade do estigma seguindo este

padrão de maturação dos óvulos proposto por Brevis et al. (2006), sugerindo que a receptividade do estigma nestes cultivares possa estar associada à viabilidade dos óvulos da flor.

O número de grãos de pólen por flor, mesmo apresentando diferença significativa entre as cultivares estudadas, está dentro das margens citadas por Cane (1987), o qual relata que cada flor de mirtilo do grupo *rabbiteye* produz entre 8.000 e 17.000 grãos de pólen. Segundo Souza & Raseira (1998), a quantidade de grãos de pólen produzidos pode variar entre espécies e cultivares, mostrando que esta diferença na quantidade de pólen por flor entre ‘Climax’ e ‘Powderblue’ é normal.

Para uma cultivar ser boa polinizadora, esta precisa produzir pólen viável em quantidade e qualidade suficientes (Souza & Raseira, 1998). O pólen do mirtilo é uma tétrade com quatro grãos unidos, sendo que todos podem germinar (Hancock et al, 2008). Neste trabalho foi observada diferença estatística significativa na germinação *in vitro* de pólen fresco entre as cultivares, sendo a cv. Climax com o melhor desempenho, podendo esta desempenhar um melhor papel como polinizadora do que Powderblue. Corrêa et al. (2006) observaram diferença estatística significativa na porcentagem de grãos de pólen de seis cultivares de mirtilo germinados *in vitro* 5 horas após a aspersão do pólen em meio de cultura com diferentes concentrações de ácido bórico, com a cv. Briteblue apresentando a maior porcentagem (40,9%) em meio com 40ppm de  $H_3BO_3$ . Os autores também citam que em meio de cultura com pH alcalino, a germinação *in vitro* de grãos de pólen de mirtilo é baixa, sendo o pH adequado para a testar a viabilidade do pólen entre 4,05 e 5,2. Estes mesmos autores relatam que não houve diferença entre a porcentagem de germinação nos meios de cultura com pH 4,05 e 5,7 para as cultivares Clímax (91,8 e 91,4%, respectivamente) e Bluebelle (71,3 e 63,4%, respectivamente). Já para as cultivares Flórida e Bluegen a germinação foi maior com pH 4,05.

Além da composição do meio de cultura, outros fatores podem interferir na germinação *in vitro* de grãos de pólen, como por exemplo características genéticas da espécie, o momento da coleta, as condições e o período de armazenagem, a temperatura durante a germinação, entre outros (Griggs et al., 1953; Sato, 1993). Foi observada nas cvs. Climax e Powderblue a perda da viabilidade das tétrades após 30 dias de armazenamento em refrigerador doméstico, sendo que na cv. Climax não houve a emissão de nenhum tubo polínico. De acordo com Hancock (2008), o pólen de mirtilo utilizado dentro de poucos dias pode ser mantido a temperatura ambiente, mas se o armazenamento for longo,

este deverá ser mantido em *freezer*. Segundo Galletta & Ballington (1996), o pólen de mirtilo armazenado desta maneira pode permanecer viável por vários anos se sua umidade relativa for mantida abaixo de 50%.

O ovário da flor do mirtilo é ínfero, e o número de óvulos por flor é variável de acordo com a cultivar avaliada, tendo as flores do mirtilo muitos óvulos em cada lóculo (Free, 1993). Neste trabalho a cv. Powderblue apresentou maior número de óvulos ( $80,3 \pm 11,7$ ) do que a cv. Climax ( $69,8 \pm 7,5$ ). Dogterom et al. (2000) encontraram uma média de 6 carpelos por flor, com cerca de 17,7 óvulos por carpelo, totalizando  $106 \pm 1,5$  óvulos por flor na cv. Bluecrop, sendo que esta pertence ao grupo Highbush, a qual apresenta mais óvulos por flor e sementes por fruto (e conseqüentemente frutos maiores) do que outros grupos (Rabbiteye, Lowbush, etc.) (Raseira, 2004; Pagot, 2006).

De acordo com Cruden (1977), a razão pólen óvulo caracteriza ambas as cultivares como autogâmicas facultativas. Segundo o autor, flores de espécies com este sistema reprodutivo tendem a se autopolinizarem antes ou durante a abertura da flor, e a exposição dos estigmas receptivos aos polinizadores potenciais ocorre somente quando a autopolinização já ocorreu. Silva et al (2006) citam que a razão pólen/óvulo está diretamente relacionada ao modo de polinização e, em espécies com autogamia facultativa tanto os benefícios da autogamia quanto da alogamia podem ser compartilhados pela espécie. Entretanto foi observado que as flores das Cultivares Climax e Powderblue apresentaram uma baixa receptividade do estigma no dia da antese, o que diminui as chances de autopolinização antes ou durante este período. Outro fator que desfavorece a autopolinização é a morfologia e a disposição das flores, as quais normalmente encontram-se com a abertura principal voltada para baixo e, quando a antera poricida está deiscente, o pólen que cai para fora da corola sem ficar aderido ao estigma (Galletta, 1975).

Os diferentes resultados obtidos nos testes de polinização mostram a importância da polinização biótica na formação dos frutos em ambas as cultivares e os efeitos deletérios do dano provocado por *Trigona spinipes* na lateral da corola. O peso, o diâmetro, e o número de sementes no tratamento de polinização livre de flores sem dano junto com o tratamento de polinização cruzada manual apresentou os melhores resultados quando comparados a autopolinização, confirmando os benefícios da polinização cruzada.

Em ambos os cultivares no tratamento de autopolinização espontânea observou-se a queda dos frutos no período próximo a



maturação. Benedek (1996) cita que a fixação de frutos de pereira é influenciada pela melhor fertilização decorrente de visitas das abelhas polinizadoras. Segundo Jackson (2005), frutos sem sementes não induzem o estímulo necessário para a produção de hormônios e carboidratos e promovem a formação de uma zona de abscisão no pedúnculo, e os frutos caem cerca de 15 a 28 dias após o final da floração. Uma vez que os testes de autopolinização tanto na cv. Climax quanto na cv. Powderblue apresentaram quantidades reduzidas de sementes, estas podem ter sido suficientes para manter os frutos por um período maior que o citado pelo autor, mas não o suficiente para mantê-los até o estágio final de maturação.

Comparando a frutificação efetiva obtido das flores sem dano em relação às flores com dano, a cv. Climax apresentou 20% de incremento e a cv. Powderblue 15,9% na primeira avaliação. Com relação ao peso dos frutos maduros, observou-se um aumento de 45% na cv. Climax e 29,6% na cv. Powderblue. Também foi observado aumento no diâmetro, no °Brix e no número de sementes comparando estes testes de polinização em ambos os cultivares (exceto o número de sementes na cv. Powderblue). Silveira (2008) encontrou diferença significativa no diâmetro de frutos de mirtilo no Rio Grande do Sul, sendo que o maior diâmetro médio foi encontrado naqueles oriundos de flores sem dano em relação às flores com dano. O mesmo autor também observou que tanto o maior número médio de sementes como a maior percentagem média de frutificação efetiva foram encontradas nas frutas oriundas de flores sem dano, o que sugere que as irapuás são prejudiciais à frutificação do mirtilo. Nos EUA, Cane (1987) observou que a abelha *Xylocopa virginica* pilhava o néctar das flores de mirtilo provocando um corte na base da corola. Após este corte na corola foi observado que entre 65 e 100% das abelhas *Apis mellifera* utilizavam esta abertura para a coleta de néctar.

Em um caso hipotético, utilizando os valores obtidos neste estudo e supondo-se que em 1ha de da cv. Climax obteve-se uma produção de 4.000kg com todos os frutos oriundos de flores danificadas por *Trigona spinipes*, o número estimado de frutos colhidos seria de 5.063.291,1 (4.000kg : 0,79g fruto<sup>-1</sup>). Neste caso, se todas as flores estivessem sem o dano na lateral da corola, o número de frutos colhidos subiria para 6.075.949,3 (20% a mais), os quais com um peso de 1,15g renderiam uma colheita de 6.987,3kg. Em termos financeiros, com a comercialização a um valor de R\$ 15,00 kg<sup>-1</sup>, no primeiro caso seria obtido um valor bruto de R\$ 60.000,00, enquanto no segundo caso R\$ 104.809,50. R\$ 44.809,50 a mais por hectare devido à exclusão do dano

provocado por *Trigona spinipes*. Observando estas simples contas observa-se o impacto significativo desta abelha “praga” no retorno financeiro desta cultura sendo, dependendo das circunstâncias, recomendado o seu controle. De acordo com Chiaradia et al. (2003), o controle de *Trigona spinipes* não é recomendável com o uso de agrotóxicos por se tratar de uma espécie que auxilia na polinização de diversas outras culturas e plantas nativas e, principalmente, por não existirem inseticidas registrados para o seu controle (Agrofit, 2010). O combate deste himenóptero pela destruição do ninho é uma alternativa recomendada, embora, em muitos casos, este seja de difícil localização (Chiaradia et al., 2003). No entanto, esta abelha é descrita como agente polinizador de diversas culturas (Sanchez et al, 2001), sendo a retirada e o transporte dos ninhos para locais distantes dos pomares de mirtilo uma estratégia viável e ecologicamente correta.

Não observou-se diferença estatística significativa na frutificação efetiva entre tratamentos em ambos os cultivares (exceto na terceira avaliação do cv. Climax). Entretanto, o aumento no peso dos frutos foi significativo, chegando a 29,4% e 29,2% de incremento nas cvs. Climax e Powderblue respectivamente comparando-se o tratamento de polinização cruzada manual com o de de autopolinização. Dogterom et al. (2000) observaram com a cultivar Bluecrop (grupo Highbush) um incremento de frutificação efetiva de 40% comparando a polinização cruzada manual e a autopolinização. Sezerino (2007) observou um aumento na frutificação efetiva nas cultivares Misty e O’neal de 36,6% e 14,8% a favor da polinização cruzada manual em detrimento a autopolinização. Free (1993) cita que flores de plantas do grupo Rabbiteye submetidas à polinização cruzada manual entre distintas variedades apresentam incremento de 31% na frutificação efetiva em relação à autopolinização manual. Segundo o autor, a fonte de pólen é considerada importante para a obtenção da máxima produção em mirtilo. O pólen transferido entre variedades pode aumentar a produtividade quando comparado com as de cultivares que se autopolinizam por produzirem mais sementes (Harrison et al., 1993; Dogtetom et al., 2000; Silveira, 2008), bagas mais pesadas e maiores (McGregor, 1976; Lang & Danka 1991; Harrison et al., 1993; Dogterom et al., 2000), melhor frutificação efetiva (McGregor, 1976; El-Agamy et al., 1981, Sezerino, 2007) e amadurecimento precoce das bagas (McGregor, 1976; Lyrene, 1989).

Comparando-se o peso dos frutos dos testes de polinização livre sem dano na corola ao tratamento de autopolinização espontânea, observou-se um aumento de 35,2% na cv. Climax e 42,7% na cv.

Powderblue, o que reforça ainda mais a importância da polinização cruzada para o sucesso reprodutivo e o incremento da produtividade agrícola de ambas as cultivares.

Segundo McGregor (1976) um dos maiores problemas na produção de frutos de mirtilo nos EUA são o tamanho das áreas cultivadas, que consistem em grandes blocos clonais, dispondo de poucas possibilidades para que ocorra a polinização cruzada. Ainda segundo o autor, para uma eficiente polinização e grandes produções, os blocos devem ser intercalados com cultivares compatíveis. Segundo EPAGRI (2002), a distribuição e a distância entre diferentes cultivares compatíveis na cultura da macieira constituem-se nos principais aspectos a se considerar na implantação do pomar visando uma adequada polinização. Qualquer arranjo de plantas deve prever no mínimo 10% de plantas polinizadoras.

Seguindo a classificação de Cruden (1977), estas cultivares são autogâmicas facultativas. Entretanto, de acordo com os resultados dos testes de polinização anteriormente apresentados, estas apresentam características de espécies xenogâmicas facultativas, as quais, segundo Cruden, podem apresentar barreiras à autopolinização como a hercogamia, a dicogamia ou a auto-incompatibilidade, com a maioria requerendo um polinizador. De acordo com Dorr & Martin (1966), Marucci (1967), McGregor (1976), Cane (1993), Free (1993) e Sampson & Cane (2000), as plantas de mirtilo do grupo Rabbiteye produzem flores física e geneticamente auto-incompatíveis. A barreira física a autopolinização é a morfologia floral e a disposição destas flores na planta, as quais são na maior parte dispostas com a abertura natural voltadas para baixo, fazendo com que o pólen caia da antera sem tocar o estigma, o que foi observado nas plantas estudadas. A barreira genética é devido a sistemas multi-alélicos de auto-incompatibilidade presentes em alguns cultivares.

A observação do crescimento dos tubos polínicos mostrou que estes cultivares não apresentam sistemas de auto-incompatibilidade, uma vez que foi observada a chegada de uma parte destes até o terço final do pistilo em um período de 32 horas, com alguns poucos adentrando o ovário 48 horas após a autopolinização. A velocidade de crescimento do tubo polínico até o ovário é variável em angiospermas, podendo ser de poucas horas a dias. Em *Acacia retinodes*, por exemplo, o crescimento do tubo até o ovário leva em torno de 11 horas, enquanto que em *Banksia coccinea* pode levar até seis dias (Edlund et al., 2004). Hancock et al. (2008) citam que a germinação do grão de pólen de mirtilo ocorre 1 – 2 horas após a deposição sobre o estigma e o crescimento até

a base do pistilo ocorre dentro de 72 horas. Dentro da mesma espécie, os grãos de pólen crescem a diferentes taxas e competem para fertilizar o óvulo, sendo a fecundação do óvulo realizada pelo tubo polínico mais rápido. Pólen depositado em excesso pode diminuir a taxa de crescimento dos tubos polínicos pelo atrito ou pelo bloqueio físico impedindo o crescimento de muitos destes (Dogterom et al., 2000).

Os valores de produção diária de néctar ( $2,90 \pm 1,22 \mu\text{L}$  na cv. Climax e  $6,81 \pm 2,85 \mu\text{L}$  na cv. Powderblue) confirmam os dados obtidos em outros estudos com mirtilo. Cane (1987) observou que cada flor do grupo rabbiteye produz entre 2 - 4  $\mu\text{L}$  de néctar. Sezerino (2007) cita que as flores dos cultivares Misty e O'neal apresentaram uma produção diária média de néctar de  $3,51 \pm 2,12 \mu\text{L}$  e  $2,71 \pm 1,75 \mu\text{L}$ , respectivamente. Este padrão de produção de néctar sugere um padrão de polinização entomófila (Kearns & Inouye, 1993; Chalcoff et al., 2006). Wolff (2006) cita que flores polinizadas especificamente por abelhas têm produção diária de néctar variável de 0,2 – 5,8  $\mu\text{L}$ . O volume secretado pela cv. Powderblue foi significativamente maior que na cv. Climax, o que pode acarretar em maior atratividade para um determinado polinizador específico. Segundo Higginson et al. (2006), as variações no volume e concentração de açúcares são distinguidas facilmente pelos polinizadores e a necessidade de ser eficiente energeticamente determina preferências quanto às plantas a serem visitadas e estreita as relações co-evolutivas entre planta-polinizador.

A concentração de sacarose encontrada no néctar potencial dos cultivares Climax e Powderblue ( $43,6 \pm 6,6$  °Brix e  $30,9 \pm 4,0$  °Brix respectivamente) apresentou valores similares aos observados em outros trabalhos. Shaw et al. (1954) e Brewer & Dobson (1969a) citados por Free (1993), encontraram respectivamente uma média de 21% e 45% de açúcar no néctar das flores de mirtilo. Wolff (2006) observou valores de  $25,9 \pm 12,8$  °Brix em um estudo com 17 espécies de plantas polinizadas por abelhas. Segundo Bolten & Feinsinger (1978), as abelhas preferem néctares bastante concentrados para garantir um forrageamento energeticamente eficiente e, de acordo com McGregor (1976), as flores do mirtilo apresentam características adaptadas à entomofilia, como a fragrância, o nectário na base da corola, o período de receptividade do estigma e o pólen pesado.

Foi observado que o volume de néctar instantaneamente disponível apresentou um comportamento semelhante em ambas as cultivares, com uma maior disponibilidade no período da manhã, o qual reduzia significativamente ao longo do dia. Os valores obtidos para o néctar instantaneamente disponível são equivalentes aos dados obtidos

por Wolff (2006) para o néctar de flores não protegidas em plantas melitófilas: 0,1 a 1,2  $\mu\text{L}$ . Foi observado em ambas as cultivares um grande volume de néctar disponível no período da manhã, sendo na cv. Climax, inclusive, maior do que no néctar potencial. Um fator que deve estar influenciando este resultado é o forte nevoeiro matinal na área de estudo, o qual molhava as flores e que poderia estar afetando a coleta de néctar. Outro fator é que os nectários são tecidos secretores ativos que regulam, de forma independente, o volume e a concentração do néctar e está sujeito a fatores fisiológicos e/ou ecológicos (Castellanos et al., 2002), podendo, inclusive, reabsorver o néctar que não é consumido realocando esta fonte energética para outras funções (Luyt & Johnson, 2002), ocasionando a diminuição no volume de néctar mesmo nas flores protegidas.

A diminuição do volume de néctar instantaneamente disponível ao longo do dia é, em grande parte, explicado pelo forrageamento e consumo deste néctar pelos visitantes florais ao longo do dia, mantendo esta quantidade bastante baixa nos períodos da 11:30 e 15:30. Durante o período noturno a secreção continua e, devido a não haver retiradas por visitantes noturnos, este fica, possivelmente, acumulado até o período da manhã.

Para muitas plantas, a produção de néctar apresenta uma estreita relação com o tipo específico de polinizador e esta convergência visa adaptar-se às exigências (palatabilidade, digestibilidade, acesso ao recurso) do polinizador (Wolff, 2006). As diferenças na composição e ou concentração de glicídios do néctar nas diferentes plantas são também adaptações ao comportamento, morfologia e nutrição de um polinizador específico (Galleto & Bernardello, 2003; Chalcoff et al., 2006; Wolff, 2006).

Dentre os insetos visitantes florais coletados, houve uma maior abundância da ordem Hymenoptera (96,9%). Sezerino (2007) observou em Itá - SC, um padrão semelhante, onde a ordem Hymenoptera também foi a mais abundante, representando 98,86% dos visitantes florais coletados sobre as flores de *Vaccinium corymbosum*. Silveira (2008) observou somente himenópteros visitando as flores do mirtilo no Rio Grande do Sul. A família Apidae mostrou a maior abundância (84,3%), um pouco menos do que o observado por Sezerino (2007), o qual observou que 92% dos visitantes florais coletados no mirtilo pertenciam a esta família. A família Halictidae mostrou a maior diversidade, com 15 morfotipos diferentes observados. Apidae veio logo em seguida com 14 espécies distintas (incluindo os antigos Anthophoridae e *Apis mellifera*).

Dos visitantes florais do mirtilo, *Apis mellifera* é considerada a mais abundante em todas as regiões produtoras desta fruta (McGregor, 1976, Free, 1993; Delaplane, 1995; Dedej & Delaplane, 2003; Frilli et al., 2004; Sezerino, 2007; Silveira, 2008) uma vez que são introduzidas colméias desta espécie de abelha para otimizar a polinização. Na área de estudo em Bom Retiro não foram introduzidas colméias de quaisquer espécies de abelhas, sendo a polinização realizada por populações naturais destes insetos. Neste estudo as abelhas domésticas *Apis mellifera* não foram coletadas, tendo sua estimativa de abundância realizada através de contagens de 3 minutos por planta.

Dentre os visitantes florais coletados, o gênero *Plebeia* destacou-se em relação à sua abundância relativa. *Plebeia emerina* foi a mais abundante, seguida por *Plebeia saiqui*. Nas contagens de 3 minutos por planta a quantidade de meliponíneos, fortemente influenciada pela presença destas abelhas, não diferiu da quantidade de *Apis mellifera*, a qual é considerada o mais abundante visitante floral do mirtilo cultivado ao redor do mundo. Possivelmente, a não introdução de colméias no pomar fez com que a quantidade de *Apis mellifera* não fosse significativamente superior ao dos meliponíneos nestas contagens.

Sezerino (2007) observou que *Plebeia* spp. foram o terceiro grupo de insetos mais abundante sobre as flores das cultivares Misty e O'neal em Itá – SC e que, apesar do seu tamanho diminuto, foram considerados potenciais polinizadores por apresentarem um comportamento adequado a polinização, comportamento este também observado em Bom Retiro. Slaa et al. (2006) destaca a importância deste grupo de abelhas para a polinização nas mais diversas culturas e sustenta a necessidade de sua conservação.

Como anteriormente citado, as contagens de 3 minutos não mostraram diferença significativa para a quantidade de *Apis mellifera* e Meliponinae, mostrando que as abelhas domésticas foram tão abundantes quanto os meliponíneos. Entretanto, quando comparada com outros polinizadores, *Apis mellifera* não é considerada um eficiente polinizador (Cane & Pane, 1990; Willians, 2006). Contudo, neste estudo foi observado que após visitas legítimas destas abelhas, ocorreu a deposição de tétrades sobre o estigma das flores, confirmando que são polinizadores efetivos. Dedej & Delaplane (2003) citam que a efetividade destas abelhas como polinizadores varia entre cultivares, com a cultivar Climax respondendo positivamente ao aumento da densidade de abelhas. Aras et al. (1996) citados por Desjardins & Oliveira (2006) relatam que a introdução de colméias em áreas de cultivo de mirtilo geram incrementos significativos na produção de

frutos. McGregor (1976) recomenda duas a quatro colméias por hectare em condições climáticas adequadas, podendo, em condições adversas, variar entre 10 e 20 colméias por hectare.

O terceiro grupo de visitantes florais mais abundantes foram as abelhas irapuá (*Trigona spinipes*) que, como já citado não contribuem para o incremento da frutificação do mirtilo, sendo consideradas pragas recomendando-se estratégias de controle visando uma maior eficiência na polinização. Diversos autores citam os efeitos prejudiciais desta abelha sobre as flores de diversas espécies cultivadas. Ribeiro & Kiill (2008) relatam danos da irapuá em manga (*Mangifera indica*), uva (*Vitis labrusca*), coco (*Cocos nucifera*), caju (*Anacardium occidentale*), goiaba (*Psidium guajava*), maracujá (*Passiflora* sp), banana (*Musa* sp), melão (*Cucumis melo*), melancia (*Citrullus vulgaris*) e pinha (*Annona coriacea*) no vale do submédio São Francisco; Chiaradia et al. (2003) citam este inseto como praga de *Eucalyptus dunnii* na região Oeste de Santa Catarina; *T. spinipes* já foi encontrada danificando plantas como o feijão-guandu, (Couto & Mendes, 1996), a acerola (Alves, 1996) e a laranjeira (Malerbo-Souza et al., 2003). Sazima & Sazima (1989), Orenha (2002) e Boiça Jr. et al. (2004) também citam danos desta abelha em diversas espécies de maracujazeiro (*Passiflora* spp).

*Melipona* sp. e *Bombus pauloensis* não foram muito abundantes, porém podem ser consideradas potenciais polinizadores por coletarem o pólen por vibração.

Venturieri & Fernandes (2008) citam diversas abelhas do gênero *Melipona* como visitantes florais do Caju (*Anacardium occidentale*), da Fava-de-empigem (*Vatairea guianensis*), do Mogno (*Swietenia macrophylla*), do Paricá (*Schizolobium amazonicum*), e da Sapateira (*Miconia minutiflora*) sendo nesta última um polinizador efetivo devido a esta conter anteras poricidas e pela habilidade destas abelhas coletarem o pólen por vibração.

A baixa abundância de *Bombus pauloensis* pode estar relacionada com a época do ano. A floração do mirtilo ocorre em uma época fria e de escassez de outras flores (inverno) e, como observou-se somente rainhas forrageando, supõem-se que estas teriam saído recentemente do período de hibernação e estariam coletando recursos para a estruturação dos ninhos, fato este também observado por Orth (1983) em Caçador, SC em pomares de maçã. Os primeiros adultos produzidos por estas rainhas são todas abelhas operárias e, com a progressão da estação, a colônia torna-se mais populosa (Free, 1993). Tais observações levam a crer que as flores do mirtilo são uma das primeiras fontes de recursos tróficos para estas abelhas antes da primavera, fornecendo néctar e pólen

em quantidade e qualidade suficientes para estas rainhas iniciarem a oviposição e consequente aumento populacional da colônia.

O comportamento forrageiro de *B. pauloensis* corrobora o descrito por Silveira et al. (2007) os quais relatam que esta espécie visita as flores do mirtilo pela abertura natural da flor, mesmo naquelas que apresentam o orifício aberto pela abelha irapuá. De acordo com Free (1993), as abelhas do gênero *Bombus* visitam entre 10 e 20 flores por minuto, enquanto *Apis mellifera* visita apenas 5 flores por minuto. Richards & Kevan (2006) citam que estas abelhas são importantes polinizadores da cultura do mirtilo, principalmente devido a sua longa glossa, à habilidade de forragear em baixas temperaturas e à habilidade de coletar pólen de flores com anteras poricidas vibrando seus corpos (*buzzpollination*). Willians (2006) também considera as abelhas do gênero *Bombus* eficientes polinizadores de ericáceas devido a sua habilidade de coletar o pólen por vibração. Segundo Silveira (2007) as abelhas *Bombus* sp. visitantes florais do mirtilo no Rio Grande do Sul apresentam em média 38.222 grãos de pólen aderidos ao seu corpo, enquanto *Apis mellifera* apenas 1.200, o que demonstra a maior eficiência desta mamangava quando comparada individualmente com a abelha doméstica. Além disso, a morfologia floral e os elevados volumes de néctar observados nas flores do mirtilo estão intimamente associados às características morfológicas e fisiológicas desta abelha (Proctor et al., 1996).

As mamangavas do gênero *Xylocopa* apresentaram comportamento forrageiro semelhante ao das abelhas da espécie *Bombus pauloensis*, as quais realizavam visitas sempre pela abertura principal da flor, e a coleta do pólen por vibração. Lenzi et al. (2006) citam a abelha *Xylocopa brasiliatorum* como pilhadora de néctar na bromélia *Aechmea lindenii* var. *lindenii*. Souza et al. (2004) também citam esta abelha como pilhadora de néctar em *Tabebuia pulcherrima*. Sampson et al. (2004) relatam que as mamangavas *Xylocopa virginica* realizam pequenos cortes na base da corola de *Vaccinium ashei* e pilham o néctar da flor e, em seguida, as abelhas *Apis mellifera* utilizam estes cortes para obter um acesso facilitado ao nectário da flor e acabam também roubando o néctar. Entretanto, neste estudo, os autores confirmam que mesmo com a visita destas abelhas pela lateral da corola estas podem transferir pólen durante a pilhagem do néctar e contribuir para a frutificação. Dorr & Martin (1966) citados por Cane et al. (1985) observaram que *Xylocopa virginica* usualmente visitam *Vaccinium corymbosum* apenas para a coleta de néctar, das quais apenas algumas fêmeas carregavam pólen, sendo este de origens variadas, tendo estas



um papel secundário na polinização do mirtilo. Silveira (2008) observou as mamangavas *Xylocopa subciana* e *Xylocopa hirsutissima* visitando as flores do mirtilo em Pelotas – RS, entretanto, estas espécies não foram observadas em Bom Retiro.

A família Halictidae foi considerada importante para a polinização de *Vaccinium ashei* na área de estudo devido a sua relativa abundância e ao número de espécies representadas. Esta família apresenta ampla distribuição no globo terrestre, reunindo abelhas pequenas e médias (Michener, 2000). As espécie de Halictidae mais abundante na área de estudo foi *Augochloropsis* sp. 1, porém todos os representantes da família Halictidae apresentam comportamento adequado à polinização, visitando as flores somente pela abertura natural para a coleta de pólen por vibração.

As cultivares Climax e Powderblue apresentarem atributos florais característicos da síndrome de melitofilia. Contudo, a constatação de outros grupos de animais indica que a espécie pode apresentar síndromes de polinização secundárias, como a ornitofilia. O beija flor *Leucochloris albicollis* foi observado constantemente realizando visitas legítimas nas flores do mirtilo em Bom Retiro. Relatos de sistemas mistos de polinização (melitofilia e ornitofilia) são citados por diversos autores em diversas plantas como por exemplo em *Dickia encholirioides* (Krieck, 2008), *Dickia ibiramensis* (Hmeljevski et al., 2007), *Aechmea lindenii* (Lenzi et al., 2006), *Hohenbergia ridleyi* (Siqueira Filho, 1998) e *Bromelia antiacantha* (Canela & Sazima, 2005).

Os demais visitantes florais do mirtilo não foram considerados polinizadores efetivos devido à baixa abundância e/ou por não apresentarem comportamento adequado à polinização.

As contagens de visitantes florais de 3 minutos por planta mostraram que *Apis mellifera* e Meliponinae foram mais abundantes do que todos os outros visitantes florais juntos. De acordo com Deplane & Mayer (2000), o número ideal de polinizadores por minuto por planta adulta situa-se entre 10 e 15 abelhas (30 a 45 abelhas durante três minutos), valores estes próximos aos encontrados neste estudo ( $22,6 \pm 8,0$  na cv. Climax e  $22,0 \pm 8,7$  na cv. Powderblue).

Foi observada uma baixa visitação no primeiro horário do dia devido, possivelmente, às baixas temperaturas registradas neste período. Dos potenciais polinizadores, apenas as rainhas de *Bombus pauloensis* foram observadas forrageando em temperaturas inferiores a 16°C. Todos os demais visitantes florais iniciaram o forrageio com temperaturas superiores a 16,2°C. Delaplane & Mayer (2000) citam que as mamangavas tem certa vantagem sobre as abelhas domésticas por

trabalharem em condições climáticas adversas, tais como chuva e ventos mais intensos. Silva (2001) cita que temperaturas entre 15 e 26°C são as preferenciais para as abelhas forragearem, sendo que abaixo de 10°C a atividade delas é praticamente nula (Jackson, 2005) e, acima de 32°C, estas passam a coletar água para reduzir a temperatura interna da colméia. De acordo com Benedek (1996), a temperatura ideal para este grupo de insetos é 18°C.

## 8. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo confirmaram a hipótese de que a biologia floral apresenta características adequadas a síndrome de melitofilia (Hipótese 1, alternativa H<sub>1</sub>). Ambas as cultivares mostraram ser uma importante fonte de recursos tróficos (néctar e pólen) para as abelhas e os demais visitantes florais na área estudada.

Observou-se a ocorrência de autopolinização, entretanto, esta, mostrou-se inadequada à produção comercial, sendo observado os benefícios da polinização cruzada mediada pela polinização biótica sobre a frutificação, confirmando a alternativa H<sub>2</sub> da Hipótese 2 citada no início deste trabalho.

A elevada participação de Hymenoptera: Apoidea confirma a alternativa H<sub>1</sub> da Hipótese 3 a qual citava este grupo como o mais abundante.

Na hipótese 4 observou-se que as hipóteses alternativas 2 e 3 são verdadeiras, podendo o comportamento dos visitantes florais afetar tanto positiva quanto negativamente no processo de polinização dependendo da espécie de visitante floral.

*Apis mellifera* foi considerada o polinizador efetivo de ambas as cultivares. As abelhas *Plebeia* spp, *Bombus pauloensis*, *Melipona* sp, *Xylocopa* spp e as da família Halictidae, além do beija flor *Leucochloris albicollis* podem ser considerados potenciais polinizadores.

A formação de frutos em condições naturais de flores sem dano na corola indica que os polinizadores de ‘Climax’ e ‘Powderblue’ são eficientes e garantem a formação de mais frutos, frutos mais pesados e de maior diâmetro em relação às flores com dano na corola, ficando assim caracterizados os efeitos negativos do dano provocado por *Trigona spinipes* para uma produção de frutos de qualidade para o mercado consumidor cada vez mais exigente.

A diversidade e a abundância de insetos visitantes florais sobre as flores de mirtilo em Bom Retiro, SC, bem como a obtenção de uma frutificação efetiva nos tratamentos de polinização livre superior àquela obtida no experimento de polinização cruzada manual, indica que o entorno do pomar mantém características ecológicas que privilegiam locais de nidificação e alimento para as abelhas nativas e assim contribuem decisivamente na polinização do pomar de mirtilo bem como na polinização do pomar de macieiras da mesma propriedade.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se a alocação de colméias de *Apis mellifera* nos pomares de mirtilo visando o incremento da produtividade.

A conservação de fragmentos florestais com tamanho adequado a manutenção de populações de polinizadores nativos também é de grande valia uma vez que estes complementam a polinização realizada pelas abelhas domésticas.

Aconselha-se localizar, retirar e realocar ninhos de *Trigona spinipes* à distancias superiores a 3km em linha reta visando a minimização dos danos provocados por esta abelha.

Recomenda-se o plantio intercalado de diferentes cultivares compatíveis entre si para possibilitar a polinização cruzada e os consequentes benefícios associados a esta.

## 10. BIBLIOGRAFIA

AALDERS, L. E.; I. V. HALL. Pollen incompatibility and fruit set in lowbush blueberries. **Can. J. Genet. Cytol.** v.3, p. 300-307, 1961.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2010. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acessado em 15/03/2010.

ALVES, R.E. Características das frutas para exportação. In: GORGATTI NETTO, A.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.C.; BLEINROTH, E.W.; FREIRE, F.C.O.; MENEZES, J.B.; BORDIN, M.R.; SOBRINHO, R.B.; ALVES, R.E. **Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: Embrapa-SPI. p.9-12.1996.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 151-148, 2002.

ANTUNES, L.E.C.; MADAIL, J.C.M. **Mirtilo: uma oportunidade de negócios**. 2007. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=15206](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=15206)>. Acesso em: 02 set 2008.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; RISTOW, N. C.; CARPENEDO, S.; TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesq. agropec. bras.** v.43, n.8, p.1011-1015, 2008.

ANTUNES, L.E.C. **Sistema de Produção da amoreira-preta**. 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/intro.htm>>. Acessado em 22/02/2010.

ASOEX - ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES DE CHILE. Sistema de Inteligencia de Mercado Frutícola, **SIMFRUIT**. Disponível em: <[http://www.simfruit.cl/fruit/index.php?option=com\\_principal](http://www.simfruit.cl/fruit/index.php?option=com_principal)>. Acesso em: 17 fev. 2010.

BAWA, K. S. Breeding systems of trees in a tropical wet forest. **New Zealand Journal of Botany**, v.17, p.521-524, 1979.

BENEDEK, P. Economic importance of honey bee pollination of crops at the national level in Hungary. In: International Congress of

Apiculture, 29. Budapest, 1983. Resumo em **Apicultural Abstracts** v. 37, n.1, p.286-289, 1983.

BENEDEK, P. Insect pollination of fruit crops. In: NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**. Budapest: Akadémiai Kiadó, p.287-340, 1996.

BIESMEIJER, J.C.; SLAA, E.J.; CASTRO, M.S.; VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Connectance of Brazilian social bee – food plant network is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica**, v.5, n.1, 2005.

Bittencourt-Júnior, N. S. **Auto-incompatibilidade de ação tardia e outros sistemas reprodutivos em Bignoniaceae**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. Campinas, SP, 286 p., 2003.

BOIÇA JR., A. L.; SANTOS, T. M.; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. **Neotrop. Entomol.** v. 33, n. 2, p.135-147, 2004.

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

BOLTEN, A. B.; FEINSINGER, P. Why do hummingbird flowers secrete dilute nectar? **Biotropica**. v. 10, p. 307–308, 1978.

BOULANGER, L. W. Blueberry pollination and solitary bees. **Maine Farm Res.** v. 12, n.3, p. 5 – 11, 1964.

BOULANGER, L. W.; WOOD, G. W.; OSGOOD, E. A.; DIRKS, C. O. Native bees associated with the lowbush blueberry in Maine and Eastern Canada. **Maine Agr. Expt. Sta. Tech. Bul.** v. 26, 22 pp. 1967.

BREVIS, P. A.; NESMITH, D. S.; WETZSTEIN, H.Y. Flower age affects fruit set and stigmatic receptivity in Rabbiteye Blueberry. **HortScience**, v.41, n.7, p. 1547-1540, 2006.

BUENO, P.M.C. **Estimativa de custos de implantação e produção da cultura do mirtilo (*Vaccinium* spp)**. 2007. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2007.

CANE, J. H.; EICKWORT, G. C.; WESLEY, R. F. ; SPIELHOLZ, J. Pollination ecology of *Vaccinium stamineum* (Ericaceae: Vaccinioideae). **Amer. J. Bot.**, v. 72, n.1, p. 135-142, 1985.

CANE, J. H. The importance of pollination. **Proceedings of the 3<sup>th</sup> Bienial Southeast Blueberry Conference and Trade Show**, Tifton, GA, USA, p. 42-49, 1987.

CANE, J. H. Strategies for more consistence abundance in blueberry pollinators. **Proceedings of the 6<sup>th</sup> Bienial Southeast Blueberry Conference and Trade Show**, Tifton, GA, USA, 1993.

CANE, J. H.; PAYNE, J. A. Native bee pollinates Rabbiteye Blueberry. **Alabama Agric. Exp. Stn.**, v.37, n.4, 1990.

CANE, J. H.; PAYNE, J. A. Regional, annual, and seasonal variation in pollinator guilds: intrinsic traits of bees (Hymenoptera: Apoidea) underlie their patterns of abundance at *Vaccinium ashei* (Ericaceae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** v. 86, p. 577-588, 1993.

CANELA, M. B. F.; SAZIMA, M. The pollination of *Bromelia antiacantha* (Bromeliaceae) in Southeastern Brazil: ornithophilous versus melittophilous features. **Plant biology**. v. 7, n. 4, p. 411-416, 2005.

CASTELLANOS, M. C.; WILSON, P.; THONSON, J. D. Dynamic nectar replenishment in flowers of *Penstemon* (Scrophulariaceae). **American Journal of Botany**. v.69, n.1, p. 22-134, 2002.

CASTILLO, A.; CARRAU, J. S. F.; LEONI, C.; PEREIRA, G. Investigación en arandanos en Uruguay: propagación *in vitro* y evaluación de variedades por INIA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. **Palestras e Resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.

CHALCOFF, V.R.; AIZEN, M.A.; GALETTO, L. Nectar concentration and composition of 26 species from the Temperate Forest of South America. **Annals of Botany**, v. 97, p.413-421, 2006.

CHIARADIA, L. A.; CROCE, D. M.; MILANEZ, J. M.; MORGAN, C. Dano e controle da abelha “irapuá” em eucalipto. **Agropecuária catarinense**, v.16, n.1, p. 60-62, 2003.

- CHILDERS, N.F.; LYRENE, P.M. **Blueberries for growers, gardeners, promoters**. Florida: E. O. Painter Printing Company, 266 p., 2006.
- CONSTANZA, R. D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M. The Value of the world's service and natural capital. **Nature**, v.387, p. 253-260, 1997.
- CORREA, E. R.; FRANZON, R. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D.; RASEIRA, M. C. B. Avaliação da viabilidade de pólen de mirtilo em diferentes meios. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=12594](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=12594)>. Acessado em 09/03/2010.
- COUTO, L.A.; MENDES, J.N. Influência da polinização entomófila na cultura do feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). In: 11º Congresso Brasileiro de Apicultura, 1996, Teresina. **Anais...** v.1, 1996.
- CRUDEN, R. W. Pollen-ovule ratio: a conservative indicator of breeding system in flowering plants. **Evolution**, v. 31. 1977.
- DAFNI, A. **Pollination ecology - A practical approach**. Oxford University Press, Oxford. 1992.
- DARROW, G. M.; MARTIN, E. C. Pollination studies on the highbush blueberry *Vaccinium corymbosum*. **Mich. Agr. Expt. Sta. Quar. Bul.** v. 48, n. 3, p. 437 – 448, 1966.
- DEDEJ, S.; DELAPLANE, K. S. Honey bee (Hymenoptera: Apidae) Pollination of Rabbiteye Blueberry *Vaccinium ashei* var. 'Climax' is Pollinator Density-Dependent. **J. Econ. Entomol.**, v.96, n.4, p. 1215-1220, 2003.
- DELAPLANE, K.S. Bee foragers and their pollen loads in South Georgia Rabbiteye Blueberry. **Am. Bee. J.**, v.135, 1995.
- DELAPLANE, K.S.; MAYER, D.F. **Crop pollination by bees**. Nova Iorque: CABI Publishing, p.239-242, 2000.
- DESJARDINS, E. C.; OLIVEIRA, D. Commercial Bumble Bee *Bombus impatiens* (Hymenoptera : Apidae) as a Pollinator in Lowbush Blueberry (Ericale: Ericaceae) Fields. **J. Econ. Entomol.**, v. 99, n. 2, p. 443-449, 2006.
- DOGTEROM, M.H.; WINSTON, M.L.; MUKAI, A. Effect of pollen load size and source (self, outcross) on seed and fruit production in



Highbush Blueberry cultivar 'Bluecrop' (*Vaccinium corymbosum*: Ericaceae). **Amer. J. Bot.**, v. 87, n.11, p. 1584-1591, 2000.

DORR, J.; MARTIN, E. C. Pollination studies on the highbush blueberry *Vaccinium corymbosum* L. **Mich. Q. Bull.** v.48, p. 437-438, 1966

ECK, P.; GOUGH, R.E.; HALL, I.V.; SPIERS, J.M. Blueberry Management In: GALLETTA, G.J.; HIMELRICK, D.G. [Ed.]. **Small fruit crop management**. New Jersey: Prentice Hall. p. 273-333, 1990.

EDLUND, A. F.; SWANSON, R.; PREUSS, D. Pollen and Stigma Structure and Function: The Role of Diversity in Pollination. **Plant Cell**, v.16, p.84-97, 2004.

EHLENFELDT, M.K. Self and cross-fertility in recently released highbush cultivars. **HortScience**, v.36, p.133-135, 2001.

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

EL-AGAMY, S. Z. A.; SHERMAN, W. B.; LYRENE P. M. Fruit set and seed number from self-and cross-pollinated highbush (4x) and rabbiteye (6x) blueberries. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.106, n.4, p.443-445, 1981.

EPAGRI. **A Cultura da Macieira**. Florianópolis. 743p. 2002.

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**. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil. 2004.

FAO. **FAOSTAT: Statistical database**. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 03 mar. 2010.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press. 1970.

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

FRILLI, F., PRODORUTTI, D.; BELLETTI, P. A. L'impollinazione del mirtillo gigante americano (*Vaccinium corymbosum* L.). **REDIA**, v. 86, p.49-59, 2004.

GALLAGHER, D. Argentina Blueberries Voluntary 2006. **USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report**. 2006. Disponível em: <[www.fas.usda.gov/gainfiles/200611/146249599.doc](http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200611/146249599.doc)>. Acesso em: 17 fev. 2010.

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

GALLETTA, G. J. Blueberries and cranberries. In Janick, J.; Moore, J. (Eds.) **Advances in fruit breeding**. Purdue University Press, West Lafayette, p.154-196, 1975.

GALLETTA, G. J.; BALLINGTON, J. R. Blueberry, cranberries, and lingonberries In: JANICK, J.; MOORE, J. (eds.) **Fruit breeding**. New York: J. Wiley, p. 1-108, 1996.

GALLETO, L.; BERNARDELLO, G. Nectar sugar composition in angiosperms from Chaco and Patagonia (Argentina): do animal visitors matter? **Plant Systematics and Evolution**, v.238, p.69-86, 2003.

GRIGGS, W. H.; VANSELL, G. H.; IWAKIRI, B. T. The storage of hand-collected and bee-collected pollen in a home freezer. **Proc.Amer.Soc.Hort.Sci**, v.62, p.304-305, 1953.

GUPTON, C.L.; SPIERS, J. M. Interspecific and intraspecific pollination effects in rabbiteye and southern highbush blueberry. **HortScience**. v.29, p.24–326, 1994.

HMELJEVSKI, K. V. HMELJEVSKI, K.V. **Caracterização reprodutiva de *Dyckia ibiramensis* Reitz, uma bromélia endêmica do Alto Vale do Itajaí,SC**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

HANCOCK, J. F.; LYRENE, P.; FINN, C. E.; VORSA, N.; LOBOS, G. A. Blueberries and Cranberries. In: HANCOCK, J. F. (ed) **Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to genomics**. Springer Netherlands, 2008.

HARRISON, R. E.; LUBY; ASCHER, P. D. Pollen source affects yield components and reproductive fertility of four half-high blueberry cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.119, n.1, p.84-89, 1993.

HAYAT, M.A. **Introduction to biological scanning electron microscopy**. Baltimore: University Park Press, 1978.

HEARD, T.A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, v. 44, 1999.

HIGGINSON, A.D.; GILBERT, F.S.; BARNARD, C.J. Morphological correlates of nectar production used by honeybees. **Ecological Entomology**, v.31, p. 269-276, 2006.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS, A. M. Propagação de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) através de estacas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.30, n.2, p. 231-236, 1995.

HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C. **Grande potencial. Especial – Como cultivar**. 2002. Disponível em: <[http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/como\\_cultivar\\_mirtilo.pdf](http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/como_cultivar_mirtilo.pdf)>. Acesso em: 01 jun 2008.

JACKSON, J.E. **Biology of apples and pears**. Cambridge: Cambridge University Press, 488p., 2005.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 12. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, v.4. 1998.

KALT, W.; FORNEY, C. F.; MARTIN, A.; PRIOR, R. L. Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits. **J. Agric. Food Chem.**, v.47, p.4638-4644, 1999.

KALVELAGE,H; ESPÍNDOLA, E. A.; PINTO, M. R. R.; ORENHA, C. E.; CASSINI, F. L.; DELATORRE, S. F.; VIDI, V.; FUCHS, S. **Curso profissionalizante de apicultura**. Florianópolis: Epagri, 2005.

KARMO, E. A. Honey bees as an aid in orchard and blueberry pollination in Nova Scotia. **X Int. Congr. Ent.** v.4, p. 955-959, 1958.

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

KEARNS, C.A.; INOUE, D.W.; WASER, N.M. Endangered mutualism: The conservation of plant-pollination interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, 83-112, 1998.

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

KINSMAN, G. B. **The lowbush blueberry in Nova Scotia**. Publication 1036. Dept. Agriculture and Marketing, Halifax, Nova Scotia. 1957.

KLUGE, R. A.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; BILHALVA, A.B.; SANTOS, A. M. Frigoconservação de Frutos de Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cultivar Clímax. **Rev. Bras. de Agrociência**, v.1, n. 3, p.185-188, 1995.

KRIECK, C. **Ecologia Reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez. (Bromeliaceae) em Costões Oceânicos em Florianópolis, Santa Catarina**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LANG, G. A.; DANKA, R. G. Honey-bee-mediated cross-versus self-pollination of “Sharpblue” blueberry increases fruit size and hastens ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.116, n.5, p.770-773, 1991.

LAROCA, S. **Ecologia: princípios e métodos**. Ed. Vozes, Rio de Janeiro, Brasil. 1995.

LEHNERT, D. Blueberry production is skyrocketing worldwide. **Fruit Growers News**, June 2008. Disponível em: <<http://www.fruitgrowersnews.com/inthemagazine.html?ns=908>>. Acesso em: 17 fev. 2010.

LENZI, M.; ORTH, A. I. e LAROCA, S. A Associação das abelhas silvestres (Hym., Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina (sul do Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v.32, n.1, 2, 3, 4, p.107-127, 2003.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n. 2, p. 198-201, 2004.

LENZI, M.; ORTH, A.I.; GUERRA, T.M. Ecologia da Polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae) em Florianópolis, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28 n.3, p. 505-513, 2005.

LENZI, M.; MATOS, J. Z.; ORTH, A. I. Variação morfológica e reprodutiva de *Aechmea lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii* (Bromeliaceae). **Acta bot. bras.** v. 20, n. 2, p. 487-500, 2006.

LOSEY, J. E.; VAUGHAN, M. The economic value of ecological services provided by insects. **BioScience**. v. 56, n. 4, p. 311-323, 2006.

LUNAU, K. Adaptive radiation and coevolution – pollination biology case studies. *Organisms, Diversity & Evolution*, v. 4, 2004.

LUYT, R.; JOHNSON, S. D. Postpollination nectar reabsorption and its implications for fruit quality in an epiphytic orchid. **Biotropica**. v.34, n. 3, p. 442-446, 2002.

LYRENE, P. M. Pollen source influences fruiting of “Sharpblue” blueberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.114, n.6, p.995- 999, 1989.

MALERBO-SOUZA D.T.; NOGUEIRA-COUTO R.H.; COUTO L.A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, n.4, p.237-242. 2003.

MARTIN, F. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Technology**, v. 34, p.125-128, 1959.

MARTIN, E. C.; MCGREGOR, S. E. Changing trends in insect pollination of commercial crops. **Annu. Rev. Entomol.** v.18, p.207-226, 1973.

MARUCCI, P. E. Pollination of highbush blueberry in new Jersey. **Symposium of the Blueberry Culture in Europe**. Venlo, Netherlands, 1967.

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

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

MORROW, E. B. Some effects of cross pollination versus self pollination in the cultivated blueberry. **Proc Am Soc Hortic Sci.** v.42, p. 469–472, 1943.

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

NESMITH, S. A summary of current and past blueberry cultivars grown in Georgia. In: IV Simpósio do Morango, III Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul. **Anais...** - Pelotas, RS, 2008.

NUNES, J.C.O.; DANTAS, A.C.M.; PEDROTTI, E.L.; ORTH, A.I.; GUERRA, M.P. Germinação de pólen *in vitro* e receptividade do estigma em macieira cvs. Fuji e Golden Delicious. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.1, 2001.

NÚÑES, E. E.; REY, V. P. M. **Viabilidade econômica da produção de Mirtilo (*Vaccinium spp.*)**. 2009. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em Agronegócios) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

OLIVEIRA, M. G.; RODRIGUES, S. A.; VENDRUSCOLO, C. T. Teor de antocianinas em frutos de seis cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade). In: XV Congresso de Iniciação Científica, VIII Encontro de Pós Graduação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. **Anais...** Pelotas, RS, 2006.

ORENHA, C. E. **Ecologia reprodutiva do maracujazeiro doce *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae), em Florianópolis, SC**. 2002. 96 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ORTH, A.I. **Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potencial de macieira (*Pyrus malus* L.) (Rosaceae)**. 1983, 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PAGOT, E. **Cultivo de pequenas frutas: amora-preta, framboesa, mirtilo**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR. 2006.

PAGOT, E. (*Vaccinium ashei* e *Vaccinium corymbosum*) Mirtilo. **Associação dos produtores de pequenas frutas de Vacaria**. Disponível em: <<http://www.appefrutas.com.br/mirtilo.php>>. Acesso em: 18 fev. 2009.

PELLETIER, L.; BROWN, A.; OTRYSKO, B. McNEIL, J.N. Entomophily of the Cloudberry (*Rubus chamaemorus*). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.101, 2001.

PÍAS, B.; GUITIÁN, P. Breeding System and Pollen limitation in the masting tree *Sorbus aucuparia* L. (Rosaceae) in the NW Iberian Peninsula. **Acta Oecologica**, v.29, n.1, p. 97-103, 2006.

POLTRONIERI, E. Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas. In: HOFFMANN, A.; SEBBEN, S. S. (eds.) SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS. **Anais...** - Bento Gonçalves, RS, 2003.

POTTS, G.P.; PETANIDOU, T.; ROBERTS, S.; O'TOOLE, C.; HILBERT, A. WILLMER, P. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. **Biological Conservation**, v.129, n.1, p.519-529, 2006.

PRIOR, R.L.; CAO, G.; MARTIN, A.; SOFIC, E.; McEWAN, J.; O'BRIEN, C.; LISCHNER, N.; EHLENFELDT, M.; KALT, W.; KREWER, G.; MAINLAND, C.M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium* species. **J. Agric. Food Chem.**, v.46, n.7, p.2686-2693, 1998.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination.** Harper Collins Publishers, London, 1996.

RABAEY, A.; LUBY, J. Fruit set in half-high blueberry genotypes following self and cross pollination. **Fruit Varieties J.** v. 42, p.126-129, 1988.

RASEIRA, M. C. B. **A cultura do mirtilo.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2004.

RASEIRA, M. C. B. **Sistema de Produção do Mirtilo.** 2007. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/mirtilo/index.htm>>. Acessado em 28/01/2010.

RIBEIRO, M. F.; KIILL, L. H. P. Dados preliminares sobre o comportamento praga da Abelha irapuá (*Trigona spinipes*) em culturas agrícolas do Vale do submédio São Francisco. In: 17º Congresso Brasileiro de Apicultura e 3º de meliponicultura, 2008, Minas Gerais. **Anais...** v.1, 2008.

RICHARDS, K. W.; KEVAN, P. G. Aspects of bee biodiversity, crop pollination, and conservation in Canada. In: KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds.) **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature.** 2 ed. Brasília: MMA. 2006.

- SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S., MOURE, J. S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil. Preliminary report. **J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI Zool.**, v.16 n.2, p.253-291, 1967.
- SALOMÉ, J. A.; ORTH, A. I. Flora apícola catarinense e sua ação sobre as colméias. **Mensagem doce**, v.71, 2003.
- SAMEJIMA, H. MARZUKI, M.; NAGAMITSU, T. NAKASIZUKA, T. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation**, v.120, n.4, p. 577-587, 2004.
- SAMPSON, B. J.; CANE, J. H. Pollination Efficiencies of Three Bee (Hymenoptera: Apoidea) Species Visiting Rabbiteye Blueberry. **J. Econ. Entomol.**, v.93, n.6, p. 1726-1731, 2000.
- SAMPSON, B. J.; DANKA, R. G.; STRINGER, S. J. Nectar robbery by *Xylocopa virginica* and *Apis mellifera* contributes to the pollination of rabbiteye blueberry. **J. Econ. Entomol.**, v.97, n.3, p. 735-740, 2004.
- SANCHEZ, A. L.; SLAA, E.J.; SANDI, M.; SALAZAR, W.; BENEDEK, P.; RICHARDS, K. W. Use of Stingless Bees for Commercial Pollination in Enclosures: a Promise for the Future. **Acta Horticulturae**. v. 561, p. 219-223, 2001.
- SATO, Y. Breeding of self-compatible Japanese pear. In: HAYASHI, T.; OMURA, M.; SCOTT, N.S. (Eds.) **Techniques on gene diagnosis and breeding in fruit tree**. Fruit Tree Research Station, Japan, p.241-247, 1993.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.33, p.109-118, 1989.
- SEZERINO, A. A.; LENZI, M.; ORTH, A. I. *Eucalyptus robusta* (Myrtaceae): uma espécie com grande potencial para a produção de mel por *Apis mellifera* em Santa Catarina. **Informativo Zum-Zum**, v. 323, p. 10-12, 2005.
- SEZERINO, A. A. **Polinização do mirtilo (*Vaccinium corymbosum*) (Ericaceae) cultivares Misty e O'neal no município de Itá, Oeste de SC**. 2007. 43f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Curso de Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.



SHARPE, R.H. **Consultant's Report**. Pelotas, IICA/EMBRAPA - UEPAE de Cascata. 1980.

SLAA, E.J.; SÁNCHEZ CHAVES, L.A.; MALAGODI-BRAGA, K.S.; HOFSTEDÉ, H.E. Stingless Bee in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v.37, p. 293-315, 2006.

SIQUEIRA FILHO, J. A. Biologia floral de *Hohenbergia ridley* (Baker) Mez. **Bromélia**. v.5, n.1-4, p. 3-13, 1998.

SILVA, A. Polinização. In: SOARES, J. (Coord.); SILVA, A.; ALEXANDRE, J. **O livro da pêra Rocha**, v.1. Cadaval: Grafilipe, p.137-166, 2001.

SILVA, A. B.; SOUZA, M. F.; BRITO, A. C.; PEREIRA, D. A.; AMARAL, C. L. F. Relação pólen/óvulo do manjeriço-doce (*Ocimum canum* Sims): um indicativo do sistema reprodutivo. In: 58<sup>a</sup> Reunião Anual da SBPC. **Anais...** – Florianópolis, SC, 2006.

SILVEIRA, M. Preparação de amostras biológicas para microscopia eletrônica de varredura. In: Souza, W. **Manual sobre técnicas básicas em microscopia eletrônica**. São Paulo: USP, 1989.

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

SILVEIRA, T. M. T.; RASEIRA, M. C. B.; NAVA, D. E. Observações das principais espécies polinizadoras de Mirtilo sp. (*Vaccinium ashei*). In: 11<sup>o</sup> Congresso Nacional y el 3<sup>o</sup> Panamericano sobre Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas, 2007, Montevideo. **Anais...** v.1, 2007.

SILVEIRA, T. M. T. **Polinização em amoreira-preta (*Rubus* sp.), mirtilo (*Vaccinium ashei*) e ameixeira-japonesa (*Prunus salicina*)**. 2008. 89 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

SOKAL, R. R., F. J. ROHLF. **Biometry**. 3. ed. New York: W. H. Freeman, 1995.

SOUZA, C.M.; RASEIRA, M.C.B. Germinação *in vitro* de pólen de pereira. **Agro. Clima Temperado**, Pelotas, n.2, p.219-223, 1998.

SOUZA, D. A. S.; LENZI, M. ORTH, A. I. Contribuição à ecologia da polinização de *Tabebuia pulcherrima* (Bignoniaceae) em área de restinga, no sul de Santa Catarina. **Biotemas**. v.17, n. 2, p. 47-66, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

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

TOLEDO, V.A.A.; FRITZEN, A.E.T.; NEVES, C.A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M.C.C; SOFIA, S.H.; TERADA, Y. Plants and pollinating bees in Maringá, State of Paraná, Brazil. **Braz. arch. biol. technol.**, v.46, n.4, p. 705-710, 2003.

TUELL, J. K.; ASCHER, J. S.; ISAACS, R. Wild Bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) of the Michigan Highbush Blueberry Agroecosystem. **Ann. Entomol. Soc. Am.** v.102, n. 2, p. 275-287, 2009.

VENTURIERI, G.; FERNANDES, M. **Plantas apícolas**. 2008. Disponível em: < <http://mel.cpatu.embrapa.br/plantas>>. Acessado em 24/03/2010.

VILARÓ, F.; SORIA, J. **Cultivo de arándano en Uruguay**. 2006. Disponível em: < <http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario06/docs/20%20-%20ARANDANO%20VILARO.pdf>>. Acesso em: 04 jun 2007.

WESTWOOD, M. N. **Fruticultura de zonas templadas**. Madri: Mundi Prensa. 1982.

WILLIAMS, I. H. Insect pollination and crop production: a European perspective. In: KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds.) **Pollinating bees: the coservation link between agriculture and nature**. 2 ed. Brasília: MMA. 2006.

WOLFF, D. Nectar sugar composition and volumes of 47 species of Gentianales from a Southern Ecuadorian Montane Forest. **Annals of Botany**, v.97, p.767-777, 2006.

WOOD, G. W. The period of receptivity in flowers of the lowbush blueberry. **Can. J. Bot.** v.40, p. 685-686, 1962.

YOUNG, M. J.; SHERMAN, W. B. Duration of pistil receptivity, fruit set, and seed production in tabbiteye and tetraploid blueberries. **HortScience**. v. 13, p. 278-279, 1978.

ZANETTE, L.R.S.; MARTINS, R.P.; RIBEIRO, S.P. Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. **Landscape and Urban Planning**, v.71, p. 105-121, 2005.

**ANEXO**

Anexo I - Data, horário, número de visitantes florais coletados, temperatura, umidade relativa do ar, força do vento e características do tempo nas coletas de visitantes florais em *Vaccinium ashei* em Bom Retiro, SC.

	Horário	Nº de visitantes florais coletados	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Força do vento (Graus Beufort)*	Tempo
<b>20/08/2008</b>	08:00 - 08:30**	-	-	-	-	-
	10:00 - 10:30	31	24.2	59.0	2	Ensolarado
	12:00 - 12:30	16	24.0	46.0	3	Ensolarado
	14:00 - 14:30	46	25.6	54.0	2	Ensolarado
	16:00 - 16:30**	-	-	-	-	-
<b>22/08/2008</b>	08:00 - 08:30	0	11.2	94.0	2	Nevoeiro forte
	10:00 - 10:30	0	11.8	89.0	2	Nevoeiro forte
	12:00 - 12:30	0	11.2	94.0	1	Chuva fina
	14:00 - 14:30	0	12.0	89.0	1	Chuva fina
	16:00 - 16:30	0	11.8	89.0	1	Chuva fina
<b>23/08/2008</b>	08:00 - 08:30	0	7.2	93.0	1	Nevoeiro
	10:00 - 10:30	0	9.0	64.0	2	Nublado
	12:00 - 12:30	0	11.6	63.0	2	Nublado
	14:00 - 14:30	0	10.8	78.0	2	Nublado
	16:00 - 16:30	0	10.0	88.0	2	Chuva fina

\* Escala da força do vento de Beufort segundo Laroca (1995) – 0 (<1 km/h), 1 (1 a 2 km/h), 2 (7 a 12 km/h), 3 (13 a 18 km/h), 4 (19 a 26 km/h);

\*\* Não foram realizadas coletas nestes períodos.

## Anexo I – Continuação

	Horário	Nº de visitantes florais coletados	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Força do vento (Graus Beaufort)*	Tempo
<b>25/08/2008</b>	08:00 - 08:30	0	10.2	94.0	1	Nevoeiro forte
	10:00 - 10:30	12	17.8	82.0	2	Ensolarado
	12:00 - 12:30	50	23.4	58.0	2	Ensolarado
	14:00 - 14:30	40	23.8	43.0	3	Sol entre nuvens
	16:00 - 16:30	50	25.2	39.0	4	Sol entre nuvens
<b>26/08/2008</b>	08:00 - 08:30	0	7.0	93.0	0	Nevoeiro forte
	10:00 - 10:30	42	16.2	90.0	2	Ensolarado
	12:00 - 12:30	42	23.6	34.0	3	Ensolarado
	14:00 - 14:30	55	23.2	48.0	3	Ensolarado
	16:00 - 16:30	48	23.0	42.0	3	Ensolarado
<b>27/08/2008</b>	08:00 - 08:30	0	9.2	94.0	2	Nevoeiro forte
	10:00 - 10:30	0	11.0	89.0	2	Nevoeiro
	12:00 - 12:30	36	17.0	76.0	2	Ensolarado
	14:00 - 14:30	53	22.2	76.0	2	Ensolarado
	16:00 - 16:30	45	22.0	61.0	2	Ensolarado
<b>28/08/2008</b>	08:00 - 08:30	0	9.8	94.0	1	Nevoeiro
	10:00 - 10:30	5	14.4	79.0	2	Ensolarado
	12:00 - 12:30	69	21.8	61.0	3	Ensolarado
	14:00 - 14:30	46	21.0	53.0	4	Ensolarado
	16:00 - 16:30	45	22.4	57.0	2	Ensolarado

\* Escala da força do vento de Beaufort segundo Laroca (1995) – 0 (<1 km/h), 1 (1 a 2 km/h), 2 (7 a 12 km/h), 3 (13 a 18 km/h), 4 (19 a 26 km/h);

## Anexo I – Continuação

	Horário	Nº de visitantes florais coletados	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Força do vento (Graus Beaufort)*	Tempo
<b>30/08/2008</b>	08:00 - 08:30	0	2.0	84.0	2	Ensolarado
	10:00 - 10:30	0	11.2	46.0	2	Ensolarado
	12:00 - 12:30	0	14.4	34.0	4	Ensolarado
	14:00 - 14:30	6	14.8	32.0	4	Ensolarado
	16:00 - 16:30	2	16.2	30.0	4	Ensolarado
<b>05/09/2008</b>	08:00 - 08:30	0	10.4	94.0	1	Chuva fina
	10:00 - 10:30	0	11.0	94.0	1	Chuva fina
	12:00 - 12:30	0	11.2	89.0	2	Chuva fina
	14:00 - 14:30	1	11.6	94.0	2	Chuva fina
	16:00 - 16:30	0	11.8	94.0	2	Chuva fina
<b>28/08/2009</b>	08:00 - 08:30	0	8.0	94.0	0	Nevoeiro forte
	10:00 - 10:30	20	18.0	77.0	1	Ensolarado
	12:00 - 12:30	24	23.0	52.0	1	Ensolarado
	14:00 - 14:30	29	26.0	46.0	3	Ensolarado
	16:00 - 16:30	50	23.0	55.0	3	Ensolarado
<b>03/09/2009</b>	08:00 - 08:30	3	14.5	95.0	2	Nublado
	10:00 - 10:30	0	16.0	95.0	2	Chuva fina
	12:00 - 12:30	0	16.5	95.0	2	Nublado
	14:00 - 14:30	4	18.5	95.0	3	Nublado
	16:00 - 16:30	3	18.8	82.0	2	Nublado

\* Escala da força do vento de Beaufort segundo Laroca (1995) – 0 (<1 km/h), 1 (1 a 2 km/h), 2 (7 a 12 km/h), 3 (13 a 18 km/h), 4 (19 a 26 km/h).

## Anexo I – Continuação

	Horário	Nº de visitantes florais coletados	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Força do vento (Graus Beaufort)*	Tempo
<b>04/09/2009</b>	08:00 - 08:30	1	15.8	95.0	0	Nublado
	10:00 - 10:30	3	18	91.0	0	Nublado
	12:00 - 12:30	27	20.5	78.0	1	Sol entre nuvens
	14:00 - 14:30	30	21	67.0	4	Sol entre nuvens
	16:00 - 16:30	15	21.5	71.0	4	Sol entre nuvens
<b>05/09/2009</b>	08:00 - 08:30	0	10.8	95.0	0	Nevoeiro forte
	10:00 - 10:30	9	17.0	68.0	1	Ensolarado
	12:00 - 12:30	26	20.8	53.0	2	Ensolarado
	14:00 - 14:30	38	22.5	64.0	2	Ensolarado
	16:00 - 16:30	6	23.5	52.0	4	Ensolarado
<b>16/09/2009</b>	08:00 - 08:30	1	15.0	80.0	3	Ensolarado
	10:00 - 10:30	27	18.5	73.0	3	Ensolarado
	12:00 - 12:30	39	22.0	92.0	3	Ensolarado
	14:00 - 14:30	83	24.0	66.0	3	Ensolarado
	16:00 - 16:30	45	23.0	69.0	2	Ensolarado
<b>17/09/2009</b>	08:00 - 08:30	0	14.2	95.0	1	Nevoeiro forte
	10:00 - 10:30	2	17.0	95.0	1	Nevoeiro fraco
	12:00 - 12:30	50	20.5	70.0	3	Sol entre nuvens
	14:00 - 14:30	18	10.8	74.0	4	Nublado
	16:00 - 16:30	4	18.5	77.0	4	Nublado

\* Escala da força do vento de Beaufort segundo Laroca (1995) – 0 (<1 km/h), 1 (1 a 2 km/h), 2 (7 a 12 km/h), 3 (13 a 18 km/h), 4 (19 a 26 km/h).