

Polinizadores apícolas (Hymenoptera, Apoidea) do mirtilo (*Vaccinium ashei* Read variedade Climax, Florida e Bluegem) no norte de Santa Catarina, Brasil

Bee pollinators (Hymenoptera, Apoidea) of blueberry (Vaccinium ashei Read) in northern Santa Catarina, Brazil

Allison L. TIETZ^{1,2} & Denise M. D. S. MOUGA¹

RESUMO

O mirtilo *Vaccinium ashei* (Ericaceae), nativo do Hemisfério Norte, requer cerca de 500 horas de frio (temperaturas inferiores a 7,2°C) para superar a dormência. Em Santa Catarina, o município de Campo Alegre é apropriado para a fruticultura de clima temperado. Visando conhecer as relações de polinização, verificaram-se diferenças morfológicas de três variedades de mirtilos: Bluegem, Climax e Florida. A apifauna visitante foi coletada para identificação. Realizaram-se cinco campanhas de coletas (35 horas de amostragem). Colheram-se 10 frutos de cada variedade estudada (para peso, medida horizontal e vertical). Foram amostrados 832 indivíduos de abelhas, de 14 táxons e três famílias (Andrenidae, Apidae e Halictidae). Das espécies coletadas, as abelhas nativas que têm potencial para polinização do mirtilo são as do gênero *Plebeia*, que podem entrar na flor, assim como espécies pequenas de Halictidae, que têm capacidade de fazer *buzzing*, característica esta também das abelhas *Bombus morio* e *B. pauloensis*. A variedade Climax recebeu mais táxons de abelhas (10) do que as outras variedades (Florida, 8; Bluegem, 7). O peso das frutas e as medidas horizontal e vertical das três variedades mostraram-se significativamente diferentes, em diferentes combinações. Beija-flores foram observados visitando as flores do mirtilo.

Palavras-chave: Campo Alegre; fruticultura; *Vaccinium ashei*.

ABSTRACT

The blueberry *Vaccinium ashei* (Ericaceae), native to the Northern Hemisphere, requires about 500 hours of chilling (temperatures below 7.2°C). In Santa Catarina, the municipality of Campo Alegre is suitable for fruit growing in temperate climates. In order to know the pollination relationships, morphological differences were verified in three blueberry varieties: Bluegem, Climax and Florida. Visiting apifauna were collected for identification. Five sampling campaigns were carried out (35 hours of collection). Ten fruits of each variety studied were harvested (for weight, horizontal and vertical measurements). A total of 832 bee individuals from 14 taxa and three families (Andrenidae, Apidae and Halictidae) were sampled. Of the species collected, the native bees that have the potential to pollinate the blueberry are those of the genus *Plebeia*, which can enter the flower, as well as small species of Halictidae, which have the ability to buzz, a characteristic also of *Bombus morio* and *B. pauloensis*. The Climax variety received more bee taxa (10) than the other varieties (Florida 8 and Bluegem, 7). The fruit weight, horizontal and vertical measurements of the three varieties were significantly different in different combinations. Hummingbirds have been observed visiting blueberry flowers.

Keywords: Campo Alegre; fruit growing; *Vaccinium ashei*.

Recebido em: 1.º dez. 2021
Aceito em: 27 fev. 2022

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville (Univille), Rua Paulo Malschitzki, n.º 10, Zona Industrial Norte – CEP 89219-710, Joinville (SC), Brasil.

² Autor para correspondência: allisonleandrotietz@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Vaccinium ashei, conhecida popularmente como mirtilo, é uma planta frutífera pertencente à família Ericaceae, nativa do Hemisfério Norte, onde é cultivada comercialmente em larga escala, tanto em alguns países da Europa quanto nos EUA (principalmente) (BRACKMANN *et al.*, 2010). O fruto dessa planta tem a forma de uma baga, cujo diâmetro varia de 8 a 22 mm, com tonalidade azul-escuro ou azul-clara; seu sabor é agridoce (CHILDERS & LYRENE, 2006) e, em seu interior, contém diversas sementes, além de ser recoberto por pruína, um tipo de cera (SU & SILVA, 2006).

Como é uma espécie de origem nórdica, essa planta requer quantidades de horas de frio para superar a dormência, com temperaturas inferiores a 7,2°C; cada variedade de mirtilo requer uma quantidade diferente de horas de frio (AJAP, 2017). Assim, é uma frutífera interessante para o sul do Brasil, pois em regiões mais altas dos estados sulinos geralmente ocorrem mais de 500 horas de frio abaixo de 7,2°C (RASEIRA & ANTUNES, 2004).

Esse fruto pode ser utilizado na elaboração de barras de cereais e de néctar (MORAES *et al.*, 2007), e, em Pelegrine *et al.* (2012), provadores demonstraram grande interesse pela geleia de mirtilo. Ao mesmo tempo em que é muito apreciado, há nos frutos de mirtilo diversas propriedades nutracêuticas e propriedades medicinais, pois nos pigmentos de cor azul-púrpura há alto conteúdo de antocianidinas (MADALL & SANTOS, 2004), juntamente com alto potencial antioxidante, graças à presença de compostos fenólicos (KALT *et al.*, 2007).

Segundo Strik (2007), as variedades de mirtilo estão divididas em três grupos diferentes: 1) *highbush*, que contém arbustos de porte alto (aproximadamente 2 m); 2) *lowbush*, com arbustos de porte baixo (até 50 cm de altura); 3) *rabbiteye*, ou olho de coelho (de 2 a 4 m de altura) (SANTOS *et al.*, 2004).

A variedade com menor exigência de frio para se desenvolver é a *rabbiteye*, ou seja, entre 300 e 400 horas anuais (principalmente para a espécie *Vaccinium ashei* – YÁNEZ, 2008), apresentando, ainda, tolerância à seca (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

A cultura do mirtilo foi introduzida no Brasil durante a década de 1980, no Rio Grande do Sul, porém somente a partir da década de 2000 houve uma maior expansão do cultivo comercial, motivado pela crescente demanda mundial pelos preços da fruta fresca no mercado europeu (CANTUARIAS-AVILÉS, 2010).

Atualmente, no Brasil, as plantações de mirtilo estão concentradas nos estados de São Paulo e Minas Gerais e na Região Sul do país e, mesmo com estatísticas oficiais não atualizadas, estima-se que a área plantada seja equivalente a 400 hectares (CANTUARIAS-AVILÉS *et al.*, 2014).

Para que haja uma produção comercial satisfatória, existe a necessidade de que pelo menos 80% das flores de mirtilo frutifiquem; por conta da morfologia floral, o pólen liberado das anteras não cai sobre o estigma e, assim, a polinização mediada por abelhas é essencial (RASEIRA & ANTUNES, 2004). Além disso, o grupo *rabbiteye* não é autofértil, por isso mirtilheiros desse grupo necessitam de uma variedade *rabbiteye* diferente, para haver polinização (polinização cruzada) (ECK *et al.*, 1990).

Os cultivos de mirtilheiros *rabbiteye* contêm diferentes variedades, entre as quais Climax, Florida e Bluegem (FACHINELLO, 2008). Existem grandes cultivos de mirtilheiros (*highbush*) no leste dos Estados Unidos, e suas flores são visitadas por numerosas abelhas das famílias Andrenidae e Halictidae, incluindo ainda *Bombus* sp. (ISAACS & KIRK, 2010). Sampson & Cane (2000) avaliaram abelhas de língua longa como polinizadores eficientes na América do Norte, espécies como *Anthophora pilipes* Smith (Apidae), *Habropoda laboriosa* (F.) (Apidae) e *Osmia ribifloris* Cockerell (Megachilidae).

No Brasil, a fruticultura de clima temperado está crescendo, mas, apesar disso, não é suficiente para atender à demanda interna e, conseqüentemente, o interesse de agricultores vem sendo despertado, com foco para a Região Sul do país, pois ali as condições climáticas são propícias para o cultivo em diversas épocas do ano (ANTUNES, 2002).

Em Santa Catarina, o município de Campo Alegre é um local apropriado para a fruticultura de clima temperado, havendo cinco produtores de mirtilo cadastrados até o ano de 2019 (SBS ONLINE, 2019), entretanto não existem dados referentes à polinização dessa espécie no planalto norte catarinense, assim como não há literatura descrevendo diferenças morfológicas para as variedades estudadas. Nesse contexto, os objetivos do presente trabalho foram conhecer a diversidade de

abelhas que visitam as flores de mirtilo (*Vaccinium ashei*) e analisar as flores e frutos das variedades Bluegem, Climax e Florida no município de Campo Alegre, no norte de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no sítio Olho d'Água – Mirtilos (latitude 26°13'50,90" S, longitude 49°17'23,66" O) (figura 1-A), na Rodovia Municipal SC, km 4,57, com acesso à esquerda por servidão de acesso particular de 700 metros, na localidade Rio Vermelho Povoado, no município de Campo Alegre, Santa Catarina (SC), Brasil. A altitude do local é de 1.015 m (GOOGLE EARTH, 2021), com a área de estudo medindo 10.000 m².

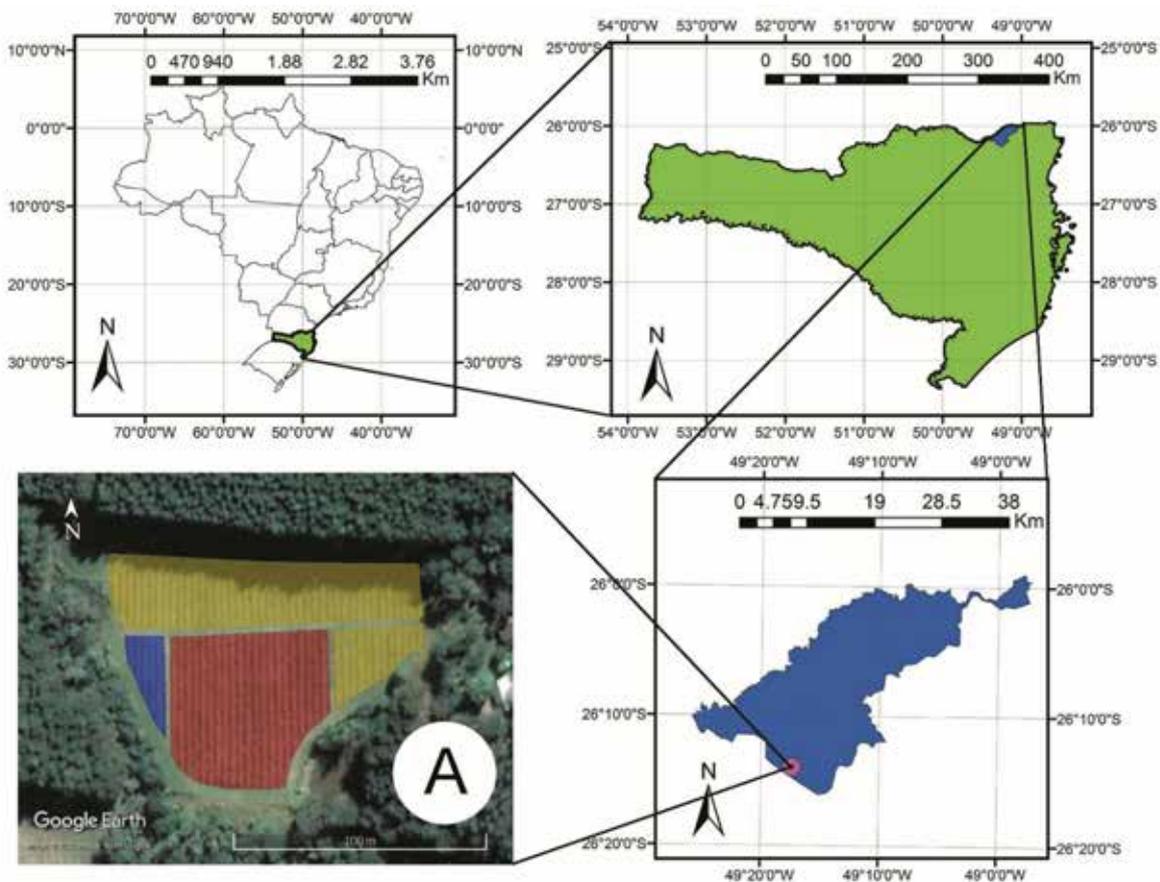


Figura 1 – Mapa de localização do cultivo de mirtilos (A) em Campo Alegre (azul), Santa Catarina (verde), Brasil. Em (A), as cores representam variedades: Bluegem como azul, Florida como vermelho e Climax como amarelo. Fonte: Primária (mapa de localização); Google Earth, 2021 (A).

O município de Campo Alegre tem uma área de 506 km² e suas principais atividades econômicas são: agricultura, extrativismo, indústria moveleira, reflorestamento e pecuária (IBGE, 2017).

O clima é subtropical temperado, com temperatura média anual de 19°C, precipitação anual média de 1.400 a 1.500 mm (CAMPO ALEGRE, 2014). O tipo de formação vegetal é floresta ombrófila mista e floresta ombrófila densa (LEIS MUNICIPAIS, 1998), e a altitude está situada em 870 m acima do nível do mar (IBGE, 2017).

OBSERVAÇÃO DE FLORES E FOLHAS

Foram observadas e fotografadas as três variedades de mirtilo e descritas suas cores e formas, nos anos de 2020 e 2021.

COLETA DE FRUTOS

De forma aleatória, foram colhidos 10 frutos de cada variedade, uma vez no ano de 2020 e outra vez em 2021. Os frutos colhidos foram pesados e medidos vertical e horizontalmente, para a obtenção de médias.

COLETA DE ABELHAS

A coleta foi feita durante a época de floração da planta *Vaccinium ashei* (fim do inverno a início da primavera), nos dias favoráveis à atividade externa de abelhas. Observaram-se todas as abelhas que visitavam as flores do cultivo, e realizou-se varredura com rede entomológica de maneira uniforme na área cultivada (SAKAGAMI *et al.*, 1967). Em seguida, as abelhas foram inseridas em frasco com acetato de etila e, após, acondicionadas em *ependorf* 2 mL com uma etiqueta de registro. Após as coletas, em laboratório as abelhas foram montadas em alfinetes entomológicos e devidamente etiquetadas para posterior identificação com auxílio da literatura (SILVEIRA *et al.*, 2002) e de especialistas.

As coletas ocorreram nos dias 12 e 25 de setembro e 5 de outubro de 2020 e, no ano de 2021, nos dias 3 e 21 de setembro. Elas se iniciaram às 8 horas e finalizaram às 15 horas, em função da maior incidência de ventos a partir do meio-dia, que causa a diminuição da presença de abelhas significativamente, em função da sistemática atmosférica dos ventos na Região Sul do Brasil (MONTEIRO, 2011). Segundo Nimer (1989), a região de planaltos fomenta a turbulência do ar e ventos mais fortes, pois o ar quente e úmido das regiões baixas é obrigado a subir e, assim, ocorre a perda de temperatura, o que gera ventos mais intensos nas regiões mais altas e planaltos. Em horários próximos ao meio-dia, havendo maior incidência de ventos, a presença de abelhas diminui de maneira expressiva, pois um dos principais fatores restritivos para a atividade de voo é o vento (HILÁRIO *et al.*, 2001).

Por conta da ausência de chaves dicotômicas para alguns grupos de abelhas, não foi possível obter a identificação até o nível específico e, desse modo, tais espécimes permanecerão como morfoespécies.

Em campo, os fatores abióticos temperatura e umidade relativa foram anotados a cada hora.

ANÁLISE DE DADOS

Utilizou-se o programa Excel para o desenvolvimento de gráficos de curva do coletor (acumulação de espécies), estimador de riqueza, rarefação e médias dos frutos.

Os estimadores de riqueza utilizados foram Chao 1, Jackknife e Bootstrap. A rarefação de espécies foi realizada de modo individual para cada variedade, assim como para o seu conjunto inteiro. Os dados dos estimadores de riqueza e rarefação foram obtidos pelo programa EstimateS (versão 9) (COLWELL, 2013). Em ambos os casos, consideraram-se 1.000 (mil) aleatorizações para a obtenção dos dados.

Utilizou-se o programa Past (versão 4.08) para o desenvolvimento do diagrama de Venn, e em seguida os dados foram manipulados pelo programa Photoshop, para melhor observação.

Para os frutos, calculou-se Anova (fator único) de maneira individual, para as diferentes características observadas, e cada ano de coleta (2020 e 2021) foi calculado de forma individual. As diferenças significativas foram consideradas para os resultados menores que 0,05 entre as diferentes variedades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efetivaram-se cinco campanhas de coleta, totalizando 35 horas de amostragem. Nesse período, a variação de temperatura foi de 16,2 a 31,7°C e, de umidade relativa, de 35 a 95%.

VARIETADES DE MIRTILEIROS – FLORES, FOLHAS E FRUTOS

Os cultivos de mirtilheiros do tipo *rabbiteye* contêm diferentes variedades, entre as quais Climax, Florida e Bluegem (FACHINELLO, 2008). Bluegem é originária de Gainesville (Flórida), e Climax é originária de Tifton (Geórgia) (RASEIRA & ANTUNES, 2004). Para a variante Florida, não foram encontradas informações de origem.

As inflorescências do mirtilheiro consistem em racemos localizados no terço final do ramo, e as flores apresentam a corola com pétalas brancas ou cor-de-rosa de forma tubular ou em forma de sino (SEZERINO, 2007) (figura 2: A2, B2 e C2). Cerca de 8 a 10 estames estão inseridos na base da corola, ao redor de um longo estilo; as anteras apresentam deiscência poricida; o pólen é liberado através de poros na extremidade de cada antera durante o período de receptividade do estigma (MCGREGOR, 1976). O ovário é ínfero, com 4 a 5 lóculos e diversos óvulos por lóculo (FREE, 1970).

Nos plantios, verificaram-se diferentes características entre as variedades. Assim, para as flores: a var. Florida apresenta poucas manchas rosadas em suas pétalas (presentes principalmente na base) (figura 2: A2); a var. Bluegem destaca-se por apresentar muitas manchas rosadas, presentes por todas as pétalas (figura 2: B2); diferentemente das variedades anteriores, a var. Climax tem pétalas totalmente brancas (figura 2: C2). Para os frutos: a var. Florida e a var. Climax (figura 2: A3 e C3, respectivamente) possuem frutos brilhantes, enquanto a var. Bluegem (figura 2: B3) os apresenta mais foscos, e os frutos das três variedades têm coloração púrpura escura. Para as folhas: a var. Florida (figura 2: C4) tem folhas com verde mais vívido, diferentemente das demais variedades.

Em 2020, a média de peso de frutos mostrou diferença significativa entre as variedades Climax e Florida ($P = 0,044$). Para 2021, o cálculo de Anova para peso com as três variedades de mirtilo mostrou-se significativo ($P = 0,013$), mas, entre cada variedade, apenas Bluegem e Florida mostraram diferença significativa ($P = 0,045$).

Para medida horizontal, nenhuma das variedades mostrou diferença significativa em 2020, mas, para 2021, o cálculo com as três variedades foi significativo ($P = 0,00005$) e, entre cada variedade, apenas Bluegem e Florida apresentaram diferença significativa ($P = 0,00006$).

Para medida vertical, apenas no ano de 2020 houve diferença significativa, entre as variedades Bluegem e Florida ($P = 0,047$).

Os valores referentes às médias das diferentes medidas comentadas anteriormente estão descritos na figura 3.

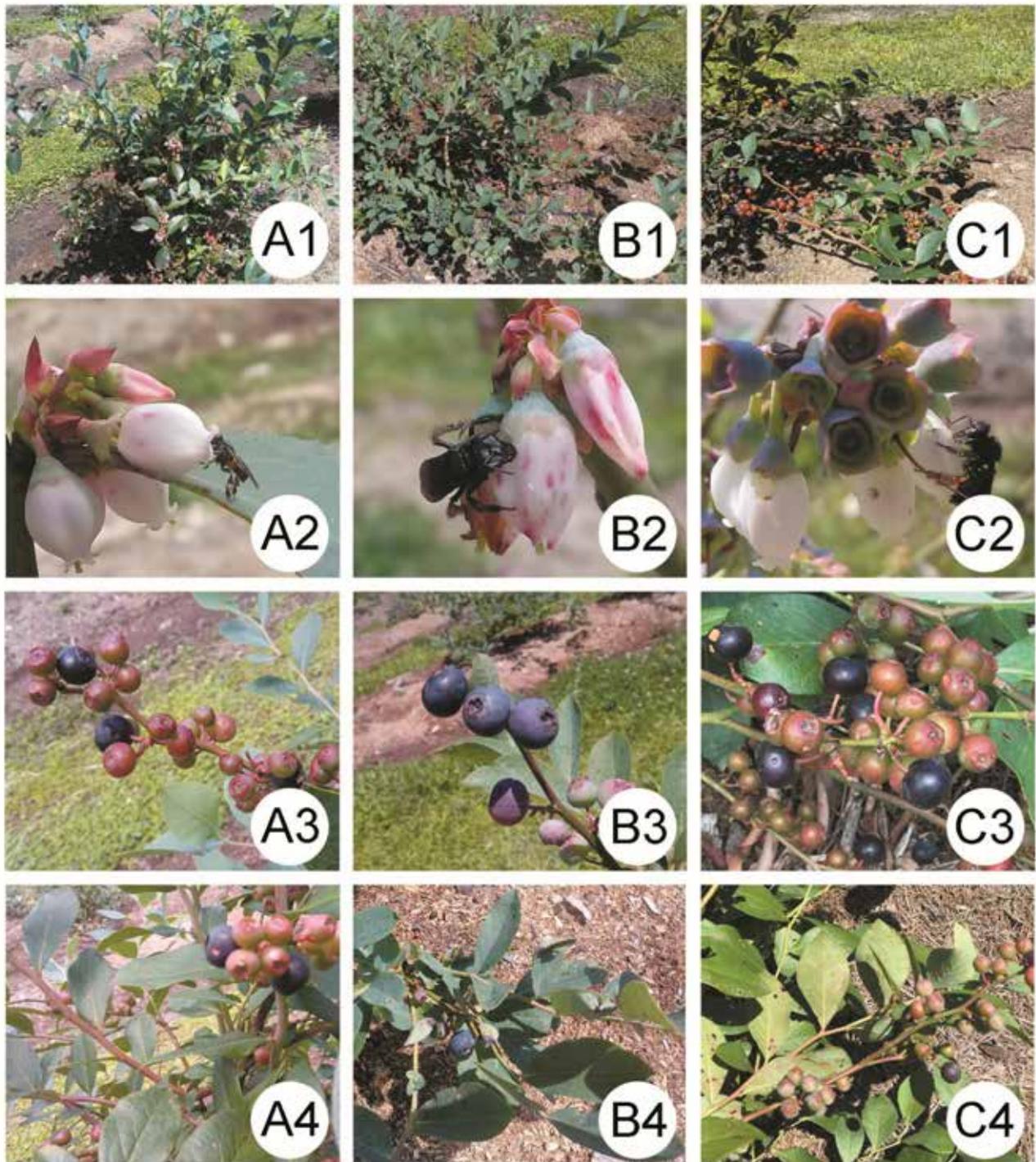


Figura 2 – Coluna A: variedade Florida; coluna B: variedade Bluegem; coluna C: variedade Climax. Linha 1: indivíduos adultos; linha 2: flores; linha 3: frutos; linha 4: folhas. Fonte: Primária.

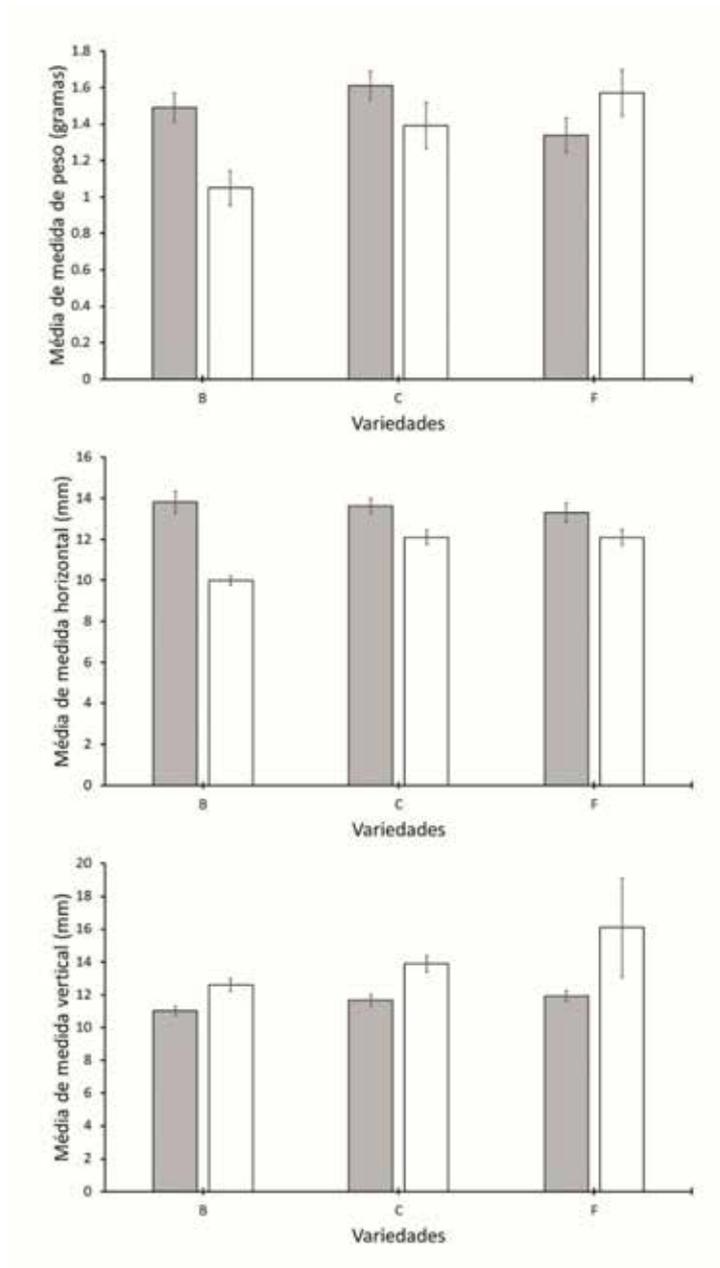


Figura 3 – Médias e erro padrão de diferentes medidas dos frutos coletados nos anos 2020 (cinza) e 2021 (branco), para as variedades Bluegem (B), Climax (C) e Florida (F). Fonte: Primária.

ABELHAS

Amostraram-se 832 indivíduos de abelhas, que se distribuíram em 14 táxons, de três famílias: Andrenidae, Apidae e Halictidae (os táxons encontrados estão listados na tabela 1).

Tabela 1 – Visitantes das flores de mirtilo (*Vaccinium ashei*) nas variedades Bluegem (B), Climax (C) e Florida (F) em Campo Alegre, Santa Catarina, Brasil. Em vermelho, os maiores valores.

Família/espécie	N.º de indivíduos			Total por espécie
	B	C	F	
Andrenidae				
Sp. 1 (<i>Anthrenoides</i> cf.)			1	1
Apidae				
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	41	139	62	242
<i>Bombus</i> (<i>Fervidobombus</i>) <i>morio</i> (Swederus, 1787)		3		3
<i>Bombus</i> (<i>Fervidobombus</i>) <i>pauloensis</i> Friese, 1913		27	7	34
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)		3	1	4
<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	6	19	16	41
<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	1			1
<i>Plebeia saiqui</i> (Friese, 1900)	6	24	22	52
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	117	190	136	443
<i>Xylocopa</i> (<i>Neoxylocopa</i>) <i>augusti</i> Lepeletier, 1841			1	1
Halictidae				
<i>Augochloropsis</i> sp. Cockerell, 1897	1	1		2
<i>Dialictus</i> sp. Robertson, 1902	2			2
<i>Pseudagapostemon</i> (<i>Pseudagapostemon</i>) <i>pruinus</i> Moure & Sakagami, 1984		5		5
Sp. 2 (<i>Paroxystoglossa</i> cf.)		1		1
Total	174	412	246	832

A maioria das espécies amostradas é da família Apidae corbiculada. Observou-se, no presente estudo, a presença de um indivíduo da família Andrenidae, o que não foi registrado em outros trabalhos sobre mirtilo na região. Assim como ocorreu em outras pesquisas (SEZERINO, 2007; SILVEIRA, 2008; SEZERINO, 2010; SEZERINO *et al.*, 2017), não foram amostrados, no presente estudo, indivíduos das famílias Colletidae ou Megachilidae.

TAMANHO CORPÓREO DAS ABELHAS AMOSTRADAS

Em relação ao tamanho corpóreo das abelhas amostradas neste trabalho, os dados estão presentes na figura 4.

As abelhas de pequeno porte (2-7 mm) representaram 42,86% das espécies amostradas, enquanto as abelhas de porte médio (7-15 mm) representaram 35,71% das espécies. Finalmente, as abelhas de porte grande compuzeram 21,43% das espécies amostradas. Assim, entre os diferentes tamanhos, as abelhas pequenas mostraram ser mais diversificadas, seguidas pelas abelhas de porte médio e, por último, pelas abelhas de porte grande.

Quanto ao número de indivíduos, entretanto, as abelhas pequenas representaram 12,14% da densidade total, as abelhas de porte médio, 83,29% dos indivíduos, e as abelhas grandes, 4,57%. Assim, o maior número de indivíduos na amostragem deu-se por abelhas de tamanho médio, seguidas por abelhas pequenas e, por último, abelhas grandes.

Nota-se então que, entre as espécies, as abelhas de porte pequeno têm mais diversidade, mas, em densidade, abelhas de porte médio são mais expressivas.



Figura 4 – Tamanho das espécies de abelhas amostradas em mirtilheiros. (A) Frequência relativa da quantidade de espécies; (B) Frequência relativa do número de indivíduos. Legenda: azul – abelhas pequenas (2-7 mm); vermelho – abelhas de tamanho médio (7-15 mm); verde – abelhas grandes (15-40 mm). Fonte: Primária.

O pólen do mirtilo é pegajoso e relativamente pesado, não sendo facilmente soprado pelo vento. Além disso, a forma e a posição das partes florais do mirtilheiro impedem efetivamente que o pólen caia em um estigma receptivo, mesmo em cultivares autoférteis, sendo necessária e possível a polinização por insetos, quando estiverem presentes em número suficiente, em visitas legítimas ou se tiverem a capacidade de fazer *buzzing*³ (DEDEJ & DELAPLANE, 2004). Abelhas corbiculadas (*Apis*, *Plebeia* spp. e *Trigona* spp., por exemplo) concentram a carga polínica nas corbículas, realizando limpeza intensa do seu próprio corpo. Assim, os grãos de pólen dificilmente farão contato com o estigma, por causa da posição em que se encontram no corpo dessas abelhas (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2016). Apesar disso, Alves-dos-Santos *et al.* (2016) comentam que a probabilidade de transferência de pólen para o estigma das flores, durante as rotas de visitação, é maior para os visitantes que estejam com grãos de pólen em várias regiões do corpo (como se estivessem polvilhados). Nesse caso, os grãos de pólen espalhados pelo corpo são mais importantes para a polinização (SCHLINDWEIN & MEDEIROS, 2006; KRUG *et al.*, 2012).

Nas abelhas, uma das adaptações mais comuns para o transporte de pólen é uma escova de pelos chamada escopa, localizada nas tíbias posteriores, mas, em alguns grupos (como em Halictidae), a escopa pode também se desenvolver no fêmur posterior (SILVEIRA *et al.*, 2002). Para o manuseio do pólen, abelhas fêmeas utilizam movimentos de limpeza modificados. Dessa maneira, normalmente o pólen é removido das anteras pelos tarsos frontais ou é polvilhado sobre o corpo da abelha por causa de seu movimento entre as partes florais; as patas dianteiras podem ser puxadas através das peças bucais se a abelha comer o pólen, ou elas são puxadas através das pernas médias flexionadas cujas escovas femorais e tibiais opostas removem o pólen. Este é então transferido para as patas traseiras, onde pode ser retido na escopa da perna para transporte ou, em Megachilidae (entre outros), passado para a escopa metassômica. O pólen espalhado por sobre o corpo da abelha é removido pelas pernas e transferido para trás para a escopa (MICHENER, 2007).

Conforme já foi comentado, abelhas corbiculadas possivelmente têm menos chances de realizar polinização, pois o pólen coletado fica aderido na sua corbícula, no entanto abelhas sem esse comportamento de limpeza intensa ou que transportem o pólen na parte ventral do corpo podem ser visitantes mais efetivos (KRUG *et al.*, 2012) do mirtilheiro, por estarem recobertas com pólen. Assim abelhas pequenas suficientes para entrar na flor, com capacidade de fazer *buzzing* e sem a corbícula (o que as classificaria como abelhas de limpeza intensa), se enquadrariam como possíveis polinizadoras.

³ *Buzzing* é um termo em inglês que significa vibração. É utilizado para algumas espécies de abelhas que conseguem realizar esse comportamento.

VARIETADES DE MIRTILEIROS E PROCURA POR ABELHAS

A variedade de mirtilheiro que recebeu mais táxons de abelhas foi Climax, com 10 espécies, seguida por Florida, com 8 espécies, e finalmente Bluegem, com 7 espécies (figura 5). Isso pode ter ocorrido pela diferença numérica de plantas de cada variedade no plantio, havendo 2.000 plantas da variedade Climax, 1.000 plantas da variedade Florida e 400 plantas da variedade Bluegem. Ou seja, existe mais recurso floral da variedade Climax a ser oferecido para os polinizadores e, com isso, mais espécies de abelhas visitam essa variedade quando comparada às demais.

Em 2007, Sezerino trabalhou com polinização do mirtilo com as variedades Misty e O'neal, no município de Itá (SC). Alguns táxons lá coletados são os mesmos que os do presente trabalho, sendo eles: *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Plebeia* sp. e um indivíduo de Halictidae. Ressalta-se aqui que o autor citado neste parágrafo registrou também a presença de um indivíduo de Anthophoridae, grupo taxonômico hoje incluído em Apidae (SILVEIRA *et al.*, 2002).

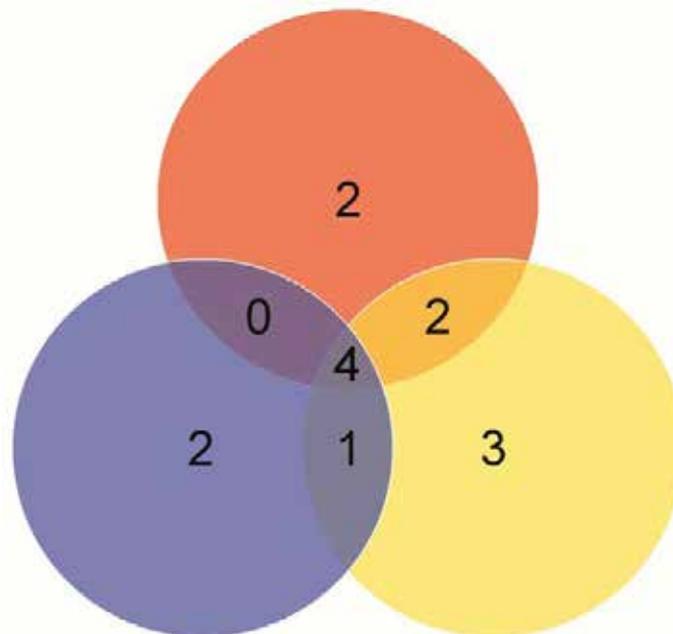


Figura 5 – Diagrama de Venn com o número de espécies de abelhas encontradas nas diferentes variedades, em que as cores representam: variedade Bluegem (azul), variedade Climax (amarelo) e variedade Florida (vermelho). Fonte: Primária.

Em Pelotas (sul do Brasil), Silveira (2008) identificou seis espécies de abelhas (Apidae) visitando flores das variedades Climax e Duque, mas não especificou quais espécies visitaram Climax. As espécies de abelhas que apareceram no referido estudo e também no presente trabalho foram: *Bombus morio*, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*.

Em Bom Retiro (SC), trabalhando com a variedade Climax, Sezerino (2010) identificou 13 táxons de abelhas da família Apidae e 15 possíveis espécies de Halictidae, a maioria do gênero *Augochloropsis* sem espécie identificada, bem como outros cinco táxons de Halictidae sem gênero identificado. Assim, espécies que apareceram neste trabalho e que também estavam presentes em Bom Retiro são *Bombus pauloensis*, *Plebeia emerina*, *P. remota*, *P. saiqui*, *Trigona spinipes*, *Xylocopa augusti* e indivíduos do gênero *Augochloropsis*.

Silveira *et al.* (2011), ao trabalhar com a influência da polinização em mirtilheiro sobre a qualidade do fruto em Pelotas (RS), encontrou as espécies *Bombus morio*, *B. pauloensis*, *Xylocopa hirsutissima*, *X. subcyanea*, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. Apenas três dessas espécies apareceram no presente trabalho: *B. morio*, *A. mellifera* e *T. spinipes*.

Em 2017, ao pesquisar a polinização do mirtilheiro em Itá (região oeste de Santa Catarina) com a variedade Misty, Sezerino *et al.* encontraram os táxons de abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Plebeia* sp., *Xylocopa* sp. e um indivíduo de Halictidae. Todos os táxons encontrados também foram amostrados no presente trabalho.

Em 2018, no município de Piracicaba (SP), Araújo observou que abelhas *Apis mellifera* e *Plebeia droryana* também realizam visitas às flores do mirtilheiro conforme observado no presente estudo, entretanto o referido trabalho era focado em mirtilos do grupo *Highbush*, diferente do grupo desta pesquisa (*rabbiteye*).

SIMILARIDADE

Calculou-se o índice de Jaccard para verificar a similaridade com trabalhos realizados com mirtilheiros, e o maior valor ocorreu com estudo efetuado em Bom Retiro (SC), mas, mesmo assim, é pouco elevado (tabela 2). Possivelmente a metodologia empregada no presente trabalho influenciou tal resultado, pois os estudos verificados não tiveram foco no grupo apícola, tendo coletado todos os insetos presentes nas flores, e, além disso, o nível de identificação taxonômica não foi igual. A altitude do presente estudo é muito maior do que a dos demais trabalhos, tendo sido, entretanto, encontrados mais táxons do que na maioria dos demais trabalhos consultados.

Tabela 2 – Índice de Jaccard calculado para trabalhos realizados com mirtilo (com foco em abelhas).

Autor	Altitude (m)	N.º de táxons	Distância (km)	Município	Jaccard
Sezerino (2007)	510 m	4	325	Itá (SC)	0.10
Silveira (2008)	60 m	6	676	Pelotas (RS)	0.09
Sezerino (2010)	912 m	21	175	Bom Retiro (SC)	0.15
Sezerino et al. (2017)	455 m	4	325	Itá (SC)	0.10
Presente estudo	1.010 m	14	-	Campo Alegre	-

CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES

A curva do coletor (curva de acumulação de espécies) encontra-se na figura 6. A curva estabilizou-se rapidamente e atingiu a assíntota, indicando que, aproximadamente, toda a riqueza da área foi amostrada, com a metodologia empregada (SANTOS, 2003). Por ser uma monocultura, e de flores peculiares quanto à forma, possivelmente isso restringiu a apidiversidade. Não foram encontradas curvas similares para comparação, na literatura relacionada ao tópico.

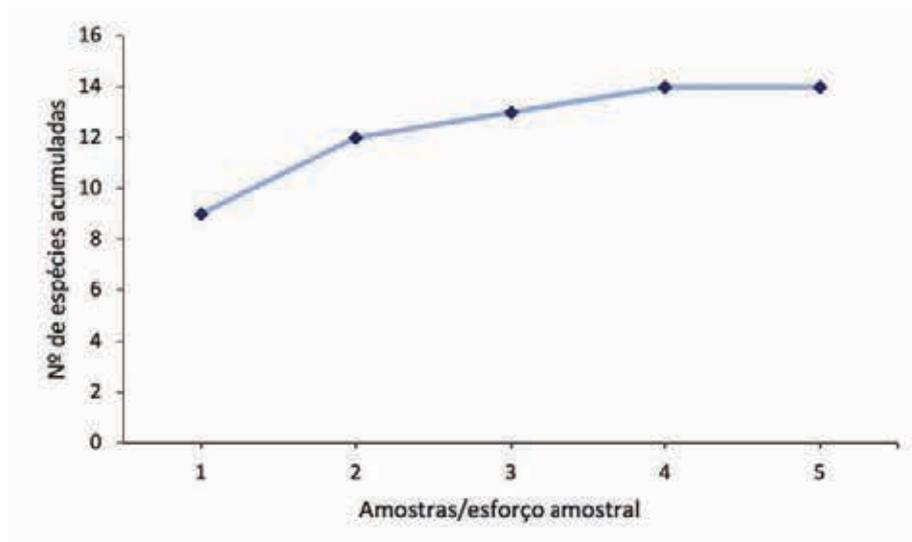


Figura 6 – Curva de acumulação de espécies. Fonte: Primária.

ESTIMADORES DE RIQUEZA

As curvas dos estimadores de riqueza estão representadas na figura 7.

O valor estimado de espécies para Chao 1 foi 16, para Jack 1 foi 17,2 e, para Bootstrap, 15,7. Assim, o estimador mais conservador (mais próximo do número observado) foi Bootstrap, e o estimador mais arrojado (valor mais elevado) foi Jack 1, já que se encontraram no presente trabalho 14 espécies. O estimador Chao 1 baseia-se na abundância, utilizando a presença de espécies raras (espécies que estão representadas por poucos indivíduos em uma amostra), isto é, quantas espécies são representadas por apenas um indivíduo na amostra (*singletons*) e quantas espécies são representadas por exatamente dois indivíduos (*doubletons*) (ESPINOSA, 2003). O estimador Jackknife também se baseia na abundância, mas, nesse caso, ele quantifica a raridade (ou o número de *singletons/doubletons*) ou o número de espécies representadas por somente 1 ou 2 indivíduos, respectivamente; já o Bootstrap estima a riqueza baseado na incidência de espécies (COLWELL & CODDINGTON, 1994; COLWELL, 2013).

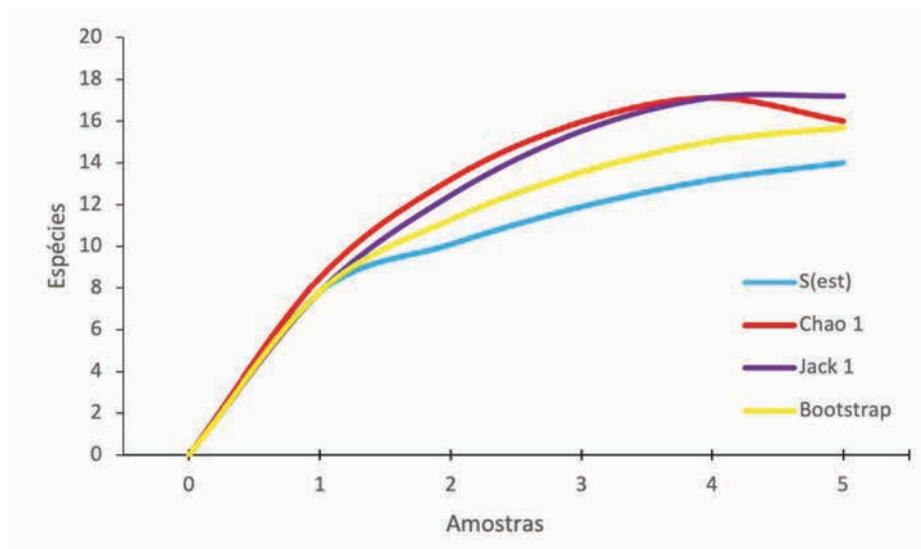


Figura 7 – Estimadores de riqueza. Fonte: Primária.

EFICIÊNCIA DE COLETA

A eficiência de coleta, segundo o estimador de riqueza Bootstrap, correspondeu a 89,17%, segundo Chao 1 a 87,5% e segundo Jackknife (descrito como Jack 1), 81,4%, indicando que foi amostrada uma parte significativa da riqueza de espécies, com a técnica aqui empregada. Seguindo os valores descritos com base nos estimadores, o cálculo indica que pelo menos 80% das espécies presentes na amostragem foram coletadas.

RAREFAÇÃO

O cálculo da rarefação está na figura 8 e estima que, de modo geral, pelo menos 16,12 espécies (figura 8-A) seriam encontradas caso houvesse mais coletas desses insetos. Individualmente, para cada variedade de mirtilo, em Bluegem teríamos 8,75 espécies (figura 8-B), em Climax 11,39 espécies (figura 8-C) e, finalmente, em Florida 10,66 espécies (figura 8-D). No presente trabalho, foram encontradas 14 espécies de abelhas. Curvas de rarefação consistem em calcular o número esperado de espécies em cada amostra para um tamanho de amostra padrão (BARROS, 2007). Pelas curvas de rarefação aqui obtidas, percebe-se que o número de táxons apícolas visitantes dos mirtilheiros amostrados não ultrapassa 20 espécies, ou seja, não seria muito mais do que foi coletado, corroborando o fato de ser uma monocultura, e de flores peculiares quanto à forma, o que possivelmente restringiu a apidiversidade.

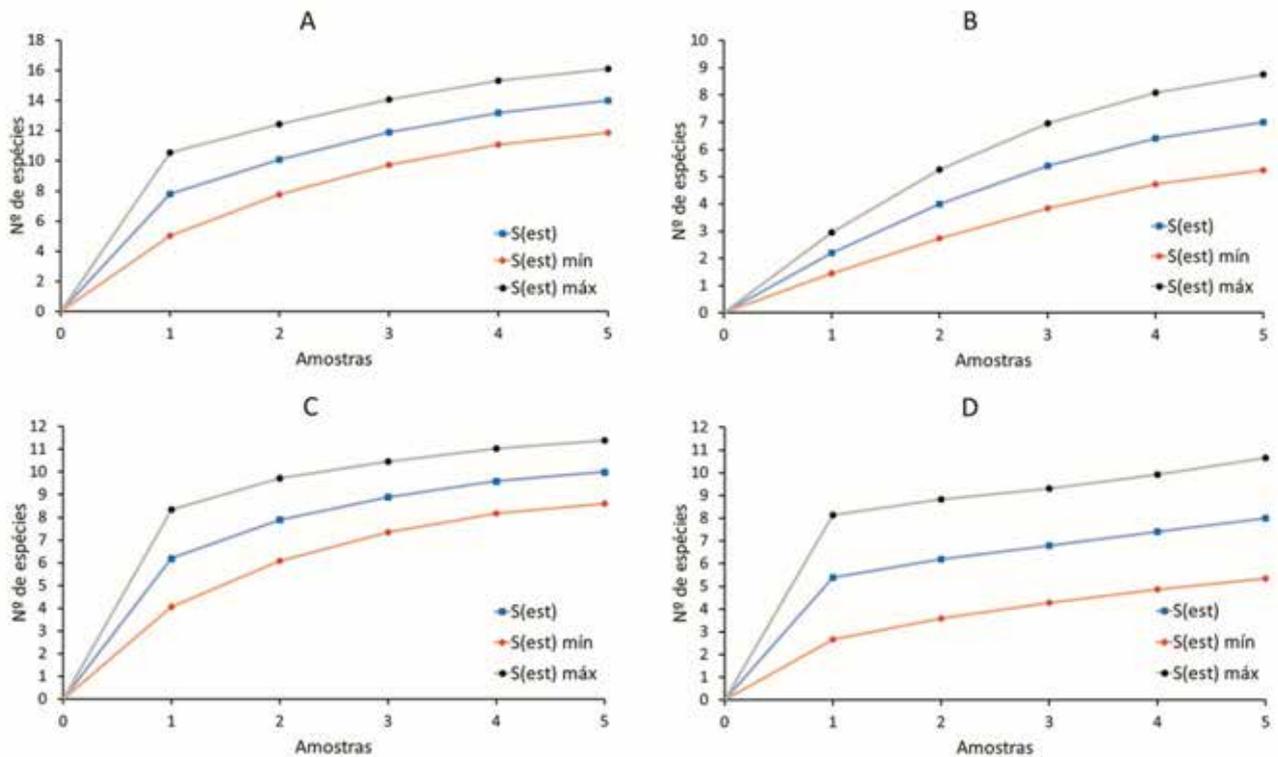


Figura 8 – Rarefação de espécies de abelhas encontradas no mirtilo, em que: (A) rarefação para o conjunto das variedades encontradas no cultivo; (B) rarefação somente para a variedade Bluegem; (C) rarefação somente para a variedade Climax; (D) rarefação somente para a variedade Florida. Fonte: Primária.

COMPARATIVO ENTRE RAREFAÇÃO E ESTIMADORES

O comparativo entre rarefação e estimadores está na tabela 3.

Para a variedade “Climax” (que teve 10 espécies amostradas), o estimador Jackknife e a rarefação mostraram valores superiores aos demais indicadores, sendo Bootstrap o estimador com o menor valor (10.89).

Para a variedade “Florida” (que teve 8 espécies amostradas), o estimador Chao 1 e a rarefação mostraram valores superiores aos demais indicadores, sendo novamente o Bootstrap com o menor valor (com 8.98).

Para a variedade “Bluegem” (que teve 7 espécies amostradas), o estimador Jackknife foi o estimador com maior valor dentre aos demais (com 9.4) e o estimador Chao aquele com o menor valor (com 7.5).

De modo geral, o estimador Bootstrap produziu a estimativa mais próxima dos valores observados (ou seja, a menor) e o estimador Jackknife produziu a estimativa mais distante dos valores observados (a maior). Os estimadores Jackknife 1 e Chao 1 são essencialmente baseados em estimar a riqueza baseando-se em espécies raras, diferentemente do estimador Bootstrap que não se restringe a espécies raras (BARROS, 2007), assim, o foco dos estimadores é diferente entre eles e, normalmente seus resultados serão distintos. Assim, é conveniente comparar seus resultados, para se obter uma visão mais abrangente do resultado.

Tabela 3 – Comparativo entre rarefação e estimadores, para cultivo de mirtilo, em Campo Alegre (SC). Os valores nas cores azul e vermelho indicam os menores e maiores valores, respectivamente.

Estimador	Variedades			
	Climax	Florida	Bluegem	Geral
Bootstrap	10,89	8,98	8,29	15,7
Jackknife	11,6	10,4	9,4	17,2
Chao 1	11	10,99	7,5	16
Rarefação (valor máx.)	11,39	10,66	8,75	16,12
Espécies amostradas	10	8	7	14

COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO

Dada a forma floral, algumas espécies de abelhas podem ou não ser polinizadoras efetivas (COSTA & OLIVEIRA, 2013). Assim, em angiospermas com deiscência poricida, o pólen sai das anteras através de poros apicais (BUCHMANN, 1983) e, nessas plantas, as abelhas usam sua musculatura torácica para vibrar as anteras e liberar o pólen (*buzz pollination*) (BUCHMANN & HURLEY, 1978). Michener (1962) comenta que a polinização por vibração é um interessante método de coleta de pólen pelas abelhas em flores de anteras tubulares, em que um som audível (*loud buzzing sounds*) é realizado pelas abelhas durante a coleta de pólen em certas flores.

A polinização por insetos é benéfica para a produção do mirtilo, principalmente para o tipo *rabbiteye* (*Vaccinium ashei* Reade), pois, geralmente, as variedades são autoincompatíveis, requerendo polinização cruzada com outra variedade *rabbiteye* (DELAPLANE & MAYER, 2000). Embora *V. ashei* seja considerado autoestéril, há um grau de variação na expressão desse caráter (MEADER & DARROW, 1944). Segundo Ritzinger & Lyrene (1998), o número de sementes é um bom indicador da eficácia do polinizador, bem como uma medida da fertilidade feminina, se o pólen compatível for abundante.

Dos táxons de abelhas coletadas no presente trabalho, seis não conseguem realizar a vibração, segundo a literatura, sendo elas: *Apis mellifera*, abelhas do gênero *Plebeia* e *Trigona spinipes* (VINÍCIUS-SILVA *et al.*, 2017). As espécies do gênero *Bombus* encontradas no presente cultivo podem realizar vibração (BURKART *et al.*, 2011), assim como *Xylocopa augusti* (ROSI-DENADAI *et al.*, 2020), *Augochloropsis* sp (PORTMAN *et al.*, 2019), *Dialictus* sp (PORTMAN *et al.*, 2019), *Pseudagapostemon pruinosus* (HOFFMANN, 1990), *Paroxystoglossa* sp cf. (HARTER *et al.*, 2002) e *Anthrenoides* sp cf. (LANDO *et al.*, 2018).

Segundo a literatura, abelhas do gênero *Bombus* podem realizar vibração para coletar pólen, o que favorece a probabilidade de ser uma espécie polinizadora eficiente para o mirtilo. Como foi comentado na discussão, a polinizadora mais eficiente nos EUA é a espécie *Habropoda laboriosa* (Hymenoptera: Apoidea: Apidae: Apinae: Anthophorini, *sensu* Michener, 2007), abelha de porte e aspecto similar ao de *Bombus* spp., mas aparentemente um pouco menor. Sabendo disso, eventualmente, a criação de colônias de *Bombus* spp. poderia auxiliar a polinização de mirtilos e, conseqüentemente, a conservação dessas espécies de abelhas estaria sendo incrementada, pois muitos fatores vêm ameaçando seriamente tanto as espécies de mamangavas como seus habitats naturais (BENAVIDES, 2008). Além disso, o gênero *Bombus* vem sendo muito estudado em diversos países, permitindo desenvolver metodologias para a produção de colônias (HEINRICH, 2000; KOPPERT, 2007); países como Holanda e EUA produzem colônias em escala comercial (TREANORE *et al.* 2021).

Conforme observado por Sezerino (2007), Silveira (2008), Sezerino (2010) e Sezerino *et al.* (2017), as abelhas *Trigona spinipes* realizaram cortes na lateral da corola da flor do mirtilo (figura 2: B2 e C2) para roubar néctar, e esse comportamento ocorreu em todas as três variedades analisadas. Em função do seu tamanho, *T. spinipes* não consegue adentrar a flor pelo orifício natural, assim realiza cortes na lateral para alcançar o recurso néctar oferecido pela planta (observação em campo).

O termo roubo de recursos ou ladrão de néctar é utilizado quando, por meio de visita ilegítima, o visitante causa danos aos tecidos florais para ter acesso ao néctar ou pólen (FREITAS, 2018). Alguns

autores comentam que as abelhas que coletam néctar, e não pólen, geralmente são polinizadores de mirtilo menos eficientes (JAVOREK *et al.*, 2002; SAMPSON & SPIERS, 2002).

Os autores Sezerino (2007), Silveira (2008) e Sezerino (2010) consideram a abelha *Trigona spinipes* como praga, pois, de acordo com suas considerações, os danos causados na corola influenciam negativamente a polinização dessas plantas.

No trabalho de Sezerino (2007), a abelha *T. spinipes* foi a segunda espécie mais abundante no cultivo estudado, influenciando *A. mellifera* (espécie mais abundante) a utilizar o orifício produzido, mas, apesar disso, *Bombus atratus* utilizava o orifício natural, independentemente do dano lateral da corola. Segundo Silveira (2008), o dano lateral da flor propicia que outros insetos (tais como *A. mellifera*) utilizem essas entradas laterais para obtenção de néctar e, desse modo, não é realizada a polinização. Sezerino (2010), ao considerar *T. spinipes* como praga, recomenda estratégias de controle para uma melhor polinização. Sezerino *et al.* (2017) notaram que pelo menos 40% das flores estavam perfuradas pela abelha *T. spinipes* no cultivo estudado, entretanto apenas um indivíduo dessa espécie de abelha foi coletado e, assim, entendem que possivelmente o frio intenso ocorrido no dia de amostragem do estudo coincidiu com o baixo forrageamento da abelha.

Embora os ladrões de néctar atuem na maioria dos casos como antagonistas das plantas no que se refere à reprodução destas (MALOOF & INOUE, 2000), também podem beneficiar a aptidão das plantas em algumas circunstâncias (NAVARRO, 2000), pois, ao diminuírem a oferta de recursos, obrigam os polinizadores a realizar mais visitas e, em consequência, existirá o aumento do número de polinizações (ROUBIK, 1982; MALOOF & INOUE, 2000; NAVARRO, 2000; MILET-PINHEIRO & SCHLINDWEIN, 2009; IRWIN *et al.*, 2010).

Dedaj & Delaplane (2003), trabalhando com *V. ashei* var. Climax, dizem que é possível que um polinizador relativamente ineficiente, em vista da falta de comportamentos ou fenologias especializadas, possa, no entanto, ser eficaz se puder gerar uma força forrageira grande o suficiente para aumentar a taxa de visitação legítima de flores. Os referidos autores afirmam ainda que a efetividade da polinização do mirtilo pela abelha *A. mellifera* é dependente da densidade dessa abelha, ou seja, quanto maior a densidade de *A. mellifera*, maior será a polinização dessa planta.

Nos EUA, abelhas do gênero *Xylocopa* realizam cortes similares aos da abelha *T. spinipes* em flores de mirtilo e, por isso, sua influência na polinização foi critério de diversos trabalhos. Entre estes, Dedaj & Delaplane (2004) verificaram que o roubo de néctar pela abelha *A. mellifera* é dependente de uma atividade de roubo primária, efetivada por *Xylocopa* spp., ou seja, as abelhas *A. mellifera* são incapazes de atuar como ladras primárias. Nos trabalhos dos autores citados neste parágrafo, observaram-se similaridades na frutificação para os grupos polinizados somente por *A. mellifera* e pelo grupo *A. mellifera* + *Xylocopa* spp. (contendo visitas ilegítimas).

É comentado, ainda, que rendimentos comercialmente aceitáveis são produzidos em pomares em que a incidência de visitação ilegítima de abelhas atinge ou excede 95% (para *Xylocopa* spp. e *A. mellifera*). Com base nisso, os autores levantaram hipóteses, entre as quais: 1) a frutificação não é comprometida por taxas de visitação ilegítima de abelhas que se aproximem de 40%; 2) as visitas repetidas às flores compensam as visitas ilegítimas.

Em outros trabalhos sobre carga estigmática do mirtilo e visitas de *Xylocopa virginica* e *A. mellifera*, em sua maioria, o valor que ambas as espécies atingiram juntas foi igual ou superior ao alcançado por fêmeas forrageiras de *Habropoda laboriosa* (o polinizador do mirtilo no sudeste dos EUA) (CANE & PAYNE 1988, 1990, 1993; SAMPSON & CANE, 2000).

Sampson *et al.* (2004) observaram que o néctar roubado por *Xylocopa virginica* e forrageiras legítimas de *A. mellifera* transferiu aproximadamente o mesmo número de grãos de pólen para o estigma. Os autores comentam, ainda, que cada sequência única de roubo por *X. virginica*, seguida por um roubo de *A. mellifera*, foi aproximadamente aditiva e quase dobrou as cargas de pólen no estigma; dessa maneira, visitas legítimas e ilegítimas de *A. mellifera* aparentemente depositaram quantidades semelhantes de pólen em flores de mirtilo *rabbiteye*. Além disso, múltiplas visitas de *X. virginica*, indicadas pelo número de fendas de roubo, aumentaram proporcionalmente as cargas de pólen estigmático e ampliaram a eficácia de polinização de abelhas *A. mellifera* ladras. Constatou-se, ainda, que uma única ladra de *A. mellifera*, após uma intervenção de *X. virginica*, tanto transferiu pólen quanto este foi recebido por flores em polinização aberta por 24 h e com visitas únicas de *H.*

laboriosa (polinizadora específica da planta). Também pareceu que a atividade de roubo realizada por *A. mellifera* e *X. virginica* era polinizadora igualmente eficaz na primeira visita às flores de *V. ashei* e que o corte repetido de corolas proporcionou um pequeno impulso à polinização, ao atrair abelhas ladras. Em conclusão, comentando tais comportamentos, Sampson *et al.* (2004) afirmam que flores com fendas podem servir de convite para uma maior quantidade de abelhas, prolongando o manuseio oral e aumentando a probabilidade de contato estigmático pela abelha; assim, maior visitação, contato estigmático e carga de pólen aumentam a frutificação de outras plantas relacionadas a *V. ashei*.

Se se considerar que as abelhas carpinteiras (gênero *Xylocopa*) dos trabalhos efetuados nos EUA causam o mesmo dano ou similares aos pomares de mirtilo no Brasil, existe a possibilidade de acontecer o aumento da densidade de abelhas da espécie *A. mellifera* e, tal como observado por Sampson *et al.* (2004), níveis comercialmente aceitáveis de produção são possíveis com algum grau de roubo floral, pois pode acontecer a polinização por abelhas ladras e ainda aumentar o nível de polinização por meio da ação destas.

No presente trabalho, em campo, notou-se que *Trigona spinipes* tenta adentrar a flor pela abertura natural da corola, mas sem sucesso. Assim, o recurso pólen observado nas corbículas dessa espécie de abelha pode ser proveniente de plantas herbáceas que crescem entre os pés de mirtilo no cultivo (figura 9-A) ou, ainda, pode ser obtido das anteras de mirtilo, acessadas pelas perfurações laterais da flor. Essa hipótese seria possível, pois existem relatos de que a abelha *T. spinipes* é capaz de fazer orifícios nas anteras e então retirar o pólen com sua probóscide, conforme observado em plantas da subtribo Cassiinae (Caesalpinaceae) e da espécie *Senna silvestris* (Leguminosae) (GOTTSBERGER & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988; CARVALHO & OLIVEIRA, 2003).

Por outro lado, abelhas pequenas como as do gênero *Plebeia* conseguem adentrar na flor, buscando o recurso que seja alcançável pelo orifício natural (figura 2: A2) e, ao passar pelas anteras, ficam recobertas de pólen; ao visitar outra flor, esse pólen entra em contato com o estigma, e ocorre a polinização. Levando em conta essa contextualização, Sezerino (2007, 2010) considera que as abelhas *Plebeia* spp. são polinizadoras potenciais do mirtilo, e Sezerino *et al.* (2017) veem-nas como polinizadoras eficientes. Apesar da incapacidade de abelhas *Plebeia* realizarem vibração (VINÍCIUS-SILVA *et al.*, 2017), Sigrist & Sazima (2015) averiguaram que a abelha *Plebeia droryana* coletou pólen com suas mandíbulas dos poros das anteras de *Dichorisandra* spp. (plantas polinizadas por abelhas que realizam vibração). *Plebeia* spp. realizam também *cleaning*, ou seja, coleta de pólen remanescente na superfície de flores (WILLE, 1963; THORP, 2000; HARTER *et al.*, 2002; BEZERRA & MACHADO, 2003; GOTTSBERGER & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006).

Como já comentado, as abelhas do gênero *Dialictus* podem realizar vibração (PORTMAN *et al.*, 2019) e, apesar de serem necessários estudos comparativos, é possível que abelhas pequenas sejam tão eficientes em vibrar flores quanto as abelhas maiores (NUNES-SILVA *et al.*, 2010).

Apesar de grandes, os indivíduos da espécie *Bombus pauloensis* e outras mamangavas verificadas no presente trabalho podem ser polinizadores efetivos, pois alcançam o nectário da flor sem a necessidade de perfurar a corola (figura 9-B); seguindo o mesmo princípio das abelhas mirins (*Plebeia*), para alcançar o néctar encostam a gálea nos estames, contaminando-se de pólen, e, ao visitar outra flor, a gálea entra em contato com o estigma, permitindo a polinização (observação em campo). Além disso, abelhas do gênero *Bombus* spp. são capazes de usar vibração para coletar pólen (BURKART *et al.*, 2011), contudo observou-se em campo que as abelhas *B. morio* e *B. pauloensis* aproveitam as perfurações causadas pela abelha *Trigona spinipes* para coletar néctar.

Sezerino (2007) comenta que as abelhas mamangavas encontradas no seu estudo mostraram ser eficientes polinizadoras, apesar da pouca abundância. Silveira (2008) considera as abelhas do gênero *Bombus* polinizadoras efetivas, pois complementam a polinização realizada por *Apis mellifera*. Sezerino (2010) afirma que as abelhas *Bombus pauloensis* e as do gênero *Xylocopa* são polinizadoras potenciais, por conta do grande número de flores visitadas por unidade de tempo, pela coleta de pólen por vibração e por tocarem estruturas reprodutivas das plantas. Silveira *et al.* (2011) explicam que as abelhas *Bombus* são mais eficientes nas condições do sul do Brasil, mas que as espécies desse gênero que vivem nessa parte do Brasil são diferentes das encontradas nos EUA. Os autores comentam, ainda, que abelhas *A. mellifera* têm um papel complementar à atividade de abelhas mamangavas na polinização do mirtilo.

Sezerino *et al.* (2017) dizem que, apesar de *Xylocopa* sp. realizar vibração, sua baixa abundância a torna apenas um polinizador complementar a *A. mellifera*. Sezerino (2010) considerou como polinizadora efetiva do mirtilo em Bom Retiro (SC) a abelha *A. mellifera*, em virtude de sua grande abundância e por efetivamente depositar pólen sobre o estigma das flores. Sezerino *et al.* (2017) concluíram que a abelha *A. mellifera* foi a principal espécie polinizadora do mirtilo em Itá (SC) (assim como Sezerino, 2007), seguida pelas abelhas do gênero *Plebeia*.

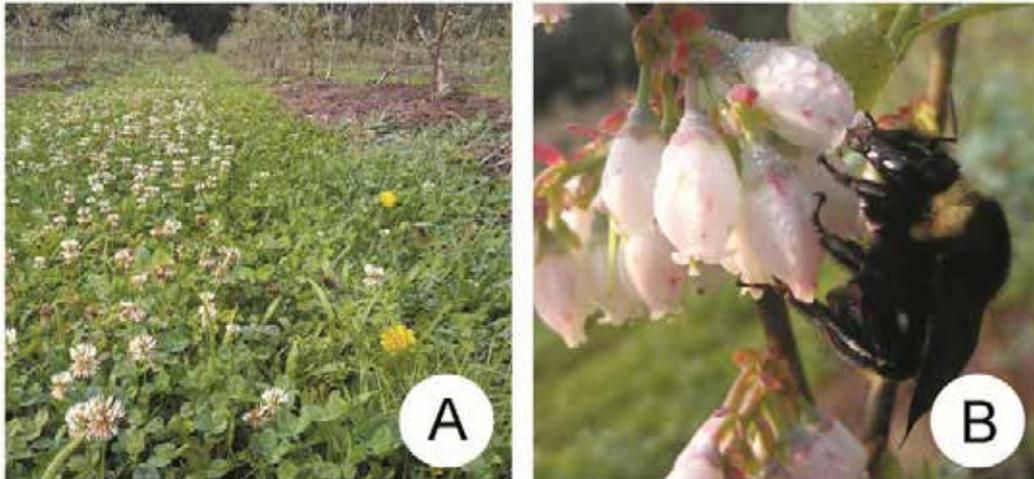


Figura 9 – Flores entre as linhas do cultivo do mirtilo (A) e flor de mirtilo (var. Climax) visitada por *B. pauloensis*. Fonte: Primária.

Sezerino (2007) afirma que as abelhas da família Halictidae contribuem efetivamente para a polinização do mirtilo. Sezerino (2010) considera as abelhas da família Halictidae polinizadoras potenciais, pois realizam coletas de pólen por vibração e por tocarem no estigma das flores. Todas as abelhas da família Halictidae coletadas no presente trabalho podem ser consideradas polinizadoras eficientes do mirtilo, pois têm capacidade de coletar pólen por vibração (HOFFMANN, 1990; HARTER *et al.*, 2002; PORTMAN *et al.*, 2019).

OUTRAS OBSERVAÇÕES

Verificou-se a presença de beija-flores (Aves, Trochilidae) realizando visitas às flores dos mirtilheiros, em diferentes horários do dia, porém com maior frequência durante as manhãs. Entre as espécies observadas de beija-flor estão *Leucochloris albicollis* (Vieillot, 1818) (beija-flor-de-papo-branco) e *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) (besourinho-de-bico-vermelho). Segundo Voitina (2017), essas espécies de aves são comuns na região de Campo Alegre. Em Bom Retiro (SC), Sezerino (2010) observou *Leucochloris albicollis* realizando visitas ilegítimas nas flores de mirtilo e, segundo o autor, esse animal pode ser considerado um potencial polinizador.

CONCLUSÃO

A família mais bem representada foi Apidae, com nove espécies e cinco gêneros, seguida por Halictidae, com quatro espécies e quatro gêneros. Verificou-se, no presente estudo, a presença de um indivíduo da família Andrenidae e nenhum exemplar de Colletidae e Megachilidae. O atual trabalho apresentou poucos táxons em comum com os observados em outras pesquisas, o que teve influência no índice de Jaccard. Na realidade, a apifauna que visita uma determinada formação vegetal é aquela que existe naquela localidade (diversidade alfa), e as diferentes fitoformações têm diferentes apifaunas (diversidade beta), resultantes de tempo decorrido de seleção/adaptação/coevolução.

A variedade Climax recebeu mais visitas de táxons de abelhas, possivelmente em função da quantidade de plantas dessa variedade no cultivo, que era superior à das demais.

A curva do coletor estabilizou-se rapidamente, indicando que, virtualmente, todas as espécies (14) na área foram coletadas. A técnica empregada neste trabalho realizou amostra de 80%, ou seja, uma parte significativa da riqueza de espécies. Até 20 espécies de abelhas poderiam fazer visitas nas flores do mirtilo, de acordo com os estimadores de riqueza.

Os danos causados pela abelha *Trigona spinipes* podem não ser completamente nocivos à polinização.

As abelhas do gênero *Plebeia* não fazem *buzzing*, mas manipulam as anteras das flores do mirtilo. Não foi observado, entretanto, se essas abelhas entram em contato com o estigma das flores ou se o pólen cai sobre ele, e, dessa forma, existe a necessidade de realizar estudos sobre a possível (ou não) polinização efetivada por essas abelhas.

Abelhas do gênero *Bombus*, capazes de realizar *buzzing*, foram amostradas.

Em relação ao descritivo das variedades, averiguaram-se diferenças quanto à cor das flores e das folhas e à forma e peso dos frutos.

Verificou-se visita aos mirtilheiros por parte de beija-flores, possível complemento à realizada pelas abelhas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a bolsa Art. 171 (2020) e Art. 170 (2021), da Constituição Estadual de Santa Catarina (Uniedu), para o primeiro autor. A Rafael Briske e família, que permitiram que a pesquisa fosse realizada em seu cultivo.

REFERÊNCIAS

- Ajap – Associação de Jovens Agricultores de Portugal. Manual de boas práticas para culturas emergentes – a cultura do mirtilo. Lisboa: GMT Gráficos; 2017. 51 p. ISBN: 978-989-8319-20-3.
- Alves-dos-Santos, I., Silva, C. I., Pinheiro, M. & Kleinert, A. M. P. Quando um visitante floral é um polinizador? *Rodriguésia*. 2016; 67(2): 295-307.
- Antunes, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. *Ciência Rural*. 2002; 32: 51-158.
- Antunes, L. E. C. & Hoffmann, A. Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa; 2012. 194 p. ISBN: 978-85-7035-114-2.
- Araújo, D. F. D. A polinização de mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L. var. Southern Highbush), uma cultura de clima temperado introduzida em ambiente tropical [Tese de Doutorado em Entomologia]. Ribeirão Preto: Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo; 2018.
- Barros, R. S. Medidas de diversidade biológica. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2007. 13 p.
- Benavides, M. L. A. Aspectos da biologia reprodutiva de *Bombus morio* (Swederus) e *Bombus atratus* Franklin (Hymenoptera, Apidae) [Dissertação de Mestrado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2008.
- Bezerra, E. L. S. & Machado, I. C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de mata atlântica, Pernambuco. *Acta Botânica Brasileira*. 2003; 17(2): 247-257.
- Brackmann, A., Weber, A., Giehl, E. F. H., Eisermann, A. C., Sutter, C. K., Gonçalves, E. D. & Antunes, L. E. C. Armazenamento de mirtilo “Bluegem” em atmosfera controlada e refrigerada com absorção e inibição do etileno. *Revista Ceres*. 2010; 57(1): 6-11.
- Buchmann, S. L. Buzz pollination in angiosperms. In: Jones, C. E. & Little, R. J. Handbook of experimental pollination biology. Scientific and Academic Editions. New York: Van Nostrand Reinhold; 1983. p. 73-113.

- Buchmann, S. L. & Hurley, J. P. A biophysical model for buzz pollination in angiosperms. *Journal of Theoretical Biology*. 1978; 72: 639-657.
- Burkart, A., Lunau, K. & Schindwein, C. Comparative bioacoustical studies on flight and buzzing of neotropical bees. *Journal of Pollination Ecology*. 2011; 6(16): 118-124.
- Campo Alegre. Características físicas. 2014. [Acesso em: nov. 2021]. Disponível em: <https://www.campoalegre.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/28668>.
- Cane, J. H. & Payne, J. A. Foraging ecology of the bee *Habropoda laboriosa* (Hymenoptera: Anthophoridae), an oligolege of blueberries (Ericaceae: *Vaccinium*) in the southeastern United States. *Annals of the Entomological Society of America*. 1988; 81: 419-427.
- Cane, J. H. & Payne, J. A. Native bee pollinates rabbiteye blueberry. *Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University Highlights. Agricultural Research*. 1990; 37: 1-4.
- 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). *Annals of the Entomological Society of America*. 1993; 86: 577-588.
- Cantuarias-Avilés, T. Cultivo do mirtilheiro (*Vaccinium* sp.). Piracicaba: ESALQ; 2010. 38 p. (Série Produtor Rural, 48).
- Cantuarias-Avilés, T., Silva, S. R., Medina, R. B., Moraes, A. F. G. & Alberti, M. F. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2014; 36(1): 139-147.
doi: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-453/13>
- Carvalho, D. A. & Oliveira, P. E. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica*. 2003; 26(3): 319-328.
- Childers, N. F. & Lyrene, P. M. Blueberries for growers, gardeners, promoters. Florida: E. O. Painter Printing Company; 2006. 266 p.
- Colwell, R. & Coddington, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B Series*. 1994; 345: 101-118.
- Colwell, R. K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>. 2013.
- Costa, C. C. A. & Oliveira, F. L. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2013; 8(3): 1-10.
- Dedej, S. Bee foraging behavior and pollinating activity on rabbiteye blueberry *Vaccinium ashei* Reade [Tese de Doutorado]. Georgia: The University of Georgia; 2004.
- Dedej, S. & Delaplane, K. S. Honey bee (Hymenoptera: Apidae) pollination of rabbiteye blueberry *Vaccinium ashei* var. 'Climax' is pollinator density-dependent. *Journal of Economic Entomology*. 2003; 96(4): 1215-1220.
- Dedej, S. & Delaplane, K. S. Nectar-robbing carpenter bees reduce seed-setting capability of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in rabbiteye blueberry, *Vaccinium ashei*, 'Climax'. Department of Entomology, University of Georgia, Athens GA 30602. *Environmental Entomology*. 2004; 33(1): 100-106.
- Delaplane, K. S. & Mayer, D. F. Crop pollination by bees. Oxon: CABI Publishing; 2000. 360 p.
- 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. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Career & Technology; 1990. p. 273-333.
- Espinosa, T. E. Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y Cultura*. 2003; 52: 53-56. ISSN: 0187-9073.

- Fachinello, J. C. Mirtilo. Revista Brasileira de Fruticultura. 2008; 30(2): 85-95.
doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200001>
- Free, J. B. Insect pollination of crops. London: Academic Press; 1970. 540 p.
- Freitas, L. Precisamos falar sobre o uso impróprio de recursos florais. Rodriguésia. 2018; 69(4): 2223-2228.
doi: 10.1590/2175-7860201869446
- Google Earth. [Acesso em: 2021]. Disponível em: <http://earth.google.com/>.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. Evolution of flower structure and pollination in Neotropical Cassiinae (Caesalpinaceae) species. Phytion. 1988; 28(2): 293-320.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. Life in the Cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. Vol. II. Pollination and seed dispersal (First Edition). Ulm: Reta Verlag; 2006. 384 p.
- Harter, B., Leistikow, C., Wilms, W., Truylio, B. & Engels, W. Bees collecting pollen from flowers with poricidal anthers in a south Brazilian Araucaria forest: a community study. Journal of Apicultural Research. 2002; 41(1-2): 9-16.
- Heinrich, B. Bumblebee economics. Cambridge: Harvard College; 2000. 288 p.
- Hilário, S. D., Imperatriz-Fonseca, V. L. & Kleinert, A. de M. P. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt.*) (Apidae, Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia. 2001; 61: 191-196.
- Hoffmann, M. Estrutura e importância de uma comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) no Rio Grande do Sul, para a polinização de plantas cultivadas [Tese de Doutorado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1990.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Campo Alegre – História. 2017. [Acesso em: jul. 2020]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/campo-alegre/historico>.
- Irwin, R. E., Bronstein, J. L., Manson, J. S. & Richardson, L. Nectar robbing: ecological and evolutionary perspectives. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2010; 41: 271-292.
- Isaacs, R. & Kirk, A. K. Pollination services provided to small and large highbush blueberry fields by wild and managed bees. Journal of Applied Ecology. 2010; 47: 841-849.
- Javorek, S. K., Mackenzie, K. E. & Van der Kloet, S. P. Comparative pollination effectiveness among bees (Hymenoptera: Apoidea) on lowbush blueberry (Ericaceae: *Vaccinium angustifolium*). Annals of the Entomological Society of America. 2002; 95: 345-351.
- Kalt, W., Joseph, J. A. & Shukitt-Hale, B. Blueberries and human health: a review of current research. Journal of the American Pomological Society. 2007; 61: 151-160.
- Koppert, B. V. Natural pollination. The Netherlands: Koppert Biological Systems; 2007. [Acesso em: fev. 2022]. Disponível em: <http://www.koppert.nl/e003.shtml>.
- Krug, C., Silva, C. I. & Alves dos Santos, I. The interaction between bees and the tristylous flowers of *Oxalis cytisoides* Mart. & Zucc. (Oxalidaceae). Psyche. 2012; 459683: 1-8.
- Lando, F., Lustosa, P. R., Luz, C. F. P. & Buschini, M. L. T. Bee diversity and *Solanum didymum* (Solanaceae) flower-visitor network in an atlantic forest fragment in southern Brazil. Diversity. 2018; 10(1): 3.
doi:10.3390/d10010003
- Leis Municipais. Lei n.º 2.348, de 18 de agosto de 1998. Cria Área de Proteção Ambiental (APA). [Acesso em: 24 nov. 2021]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/c/campo-alegre/lei-ordinaria/1998/234/2348/lei->
- Madall, J. C. M. & Santos, A. M. Aspectos econômicos. In: Raseira, M. C. B. & Antunes, L. E. C. A cultura do mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2004. 67 p. ISSN 1806-9193.
- Maloof, J. E. & Inouye, D. W. Are nectar robbers cheaters or mutualists? Ecology. 2000; 81: 2.651-2.661.

- McGregor, S. E. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington: United States Department of Agriculture; 1976. 411 p.
- Meader, E. M. & Darrow, G. M. Pollination of the rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) and related species. Proceedings of the American Society of Horticultural Sciences. 1944; 45: 267-274.
- Michener, C. D. An interesting method of pollen collecting by bees from flowers with tubular anthers. Revista de Biologia Tropical. 1962; 10(2): 167-175.
- Michener, C. D. The bees of the world. 2. ed. Washington: The John Hopkins University Press; 2007. 972 p.
- Milet-Pinheiro, P & Schlindwein, C. Pollination in *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae): euglossine pollinators, nectar robbers and low fruit set. Plant Biology. 2009; 11: 131-141.
- Monteiro, M. A., Cardoso, C. S., Calearo, D. S., Dias, C. O. & Lopez, F. Comportamento do vento no litoral sul do Brasil. In: Simpósio Internacional de Climatologia (SIC). Anais. João Pessoa; 2011. [Acesso em: 6 nov. 2021]. Disponível em: <http://sic2011.com/sic/arq/95107642835209510764283.pdf>.
- Monteiro, M. A. & Furtado, S. M. A. O clima do trecho Florianópolis-Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. Geosul. 1995; 19-20: 117-132.
- Moraes, J. O., Pertuzatti, P. B., Corrêa, F. V. & Salas-Mellado, M. L. M. Estudo do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) no processamento de produtos alimentícios. Food Science Technology. 2007; 27(suppl 1): 18-22. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500003>
- Navarro, L. Pollination ecology of *Anthyllis vulneraria* subsp. *vulgaris* (Fabaceae): nectar robbers as pollinators. American Journal of Botany. 2000; 87: 980-985.
- Nimer, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 1989. 421 p.
- Nunes-Silva, P, Hrcir, M. & Imperatriz-Fonseca, V. L. A polinização por vibração. Oecologia Australis. 2010; 14(1): 140-151. doi:10.4257/oeco.2010.1401.07
- Pelegrine, D. H. G., Alves, G. L., Querido, A. F. & Carvalho, J. G. Geleia de mirtilo elaborada com frutas da variedade Climax: desenvolvimento e análise dos parâmetros sensoriais. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. 2012; 14(3): 225-231. ISSN: 1517-8595.
- Portman, Z. M., Orr, M. C. & Griswold, T. A review and updated classification of pollen gathering behavior in bees (Hymenoptera, Apoidea). Journal of the Hymenoptera Research. 2019; 71: 171-208.
- Raseira, M. C. B. & Antunes, L. E. C. A cultura do mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2004. 67 p. ISSN 1806-9193.
- Ritzinger, R. & Lyrene, P.M. Comparison of seed number and mass of southern highbush blueberries vs. those of their F 1 hybrids with *V. simulatum* after open pollination. Horticultural Science. 1998; 33: 887-888.
- Rosi-Denadai, C. A., Araújo, P. C. S., Campos, L. A. O., Cosme Jr., L. C. & Guedes, R. N. C. Buzz-pollination in Neotropical bees: genus-dependent frequencies and lack of optimal frequency for pollen release. Insectes Sociaux. 2020; 27(1): 133-142.
- Roubik, D. W. The ecological impact of nectarrobbing bees and pollinating hummingbirds on a tropical shrub. Ecology. 1982; 63: 354-360.
- Sakagami, S. F., Laroca, S. & Moure, J. S. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary Report. Journal of the Faculty of Sciences. Hokkaido University, Series IV, Zoology. 1967; 16: 253-291.
- Sampson, B. J. & Cane, H. H. Pollination efficiencies of the three bee species (Hymenoptera: Apoidea) visiting rabbiteye blueberry. Horticultural Entomology. Journal of Economical Entomology. 2000; 93(6): 1.726-1.731.

- Sampson, B. J., Danka, R. G. & Stringer, S. J. Nectar robbery by bees *Xylocopa virginica* and *Apis mellifera* contributes to the pollination of rabbiteye blueberry. *Journal of Economic Entomology*. 2004; 97(3): 735-740.
- Sampson, B. J. & Spiers, J. M. Evaluating bumble bees as pollinators of 'Misty' Southern highbush blueberry growing inside plastic tunnels. *Acta Horticultural*. 2002; 574: 53-61.
- Santos, A. J. Estimativas de riquezas em espécies. In: Rudran, R., Cullen, L. & Valladares-Padua, C. (Orgs.). Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida terrestre. Curitiba: Ed. da Universidade Federal do Paraná; 2003. p. 19-41.
- Santos, A. M., Freire, C. J. S., Gonçalves, E. D., Coutinho, E. F. & Herter, F. G. A cultura do mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2004. [Acesso em: 14 nov. 2021]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/744895/1/documento121.pdf>.
- SBS Online. Produção de morango agrega valor ao turismo. 16 nov. 2019. [Acesso em: dez. 2021]. Disponível em: <https://sbsonline.com.br/producao-de-morango-agrega-valor-ao-turismo/>.
- Schlundwein, C. & Medeiros, P. C. R. Pollination in *Turnera subulata* (Turneraceae): unilateral reproductive dependence of the narrowly oligolectic bee *Protomeliturga turnerae* (Hymenoptera, Andrenidae). *Flora*. 2006; 201: 178-188.
- Sezerino, A. A. Ecologia da polinização do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade cvs. Climax e Powderblue) no município de Bom Retiro, SC [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2010.
- Sezerino, A. A. Polinização do mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.) (Ericaceae) cultivares Misty e O'Neal no município de Itá, SC [Relatório de Estágio de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2007.
- Sezerino, A. A., Orth, A. I., Petri, J. L., Martin, M. S., Gabardo, G. C., Feneli, C. L. & Esperança, C. F. Polinização do mirtilo no oeste de SC. *Revista da 14.ª Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa*. 2017; 14: 1-15.
- Sigrist, M. R. & Sazima, M. Phenology, reproductive biology and diversity of buzzing bees of sympatric *Dichorisandra* species (Commelinaceae): breeding system and performance of pollinators. *Plant Systematics and Evolution*. 2015; 301(3): 1.005-1.015.
doi: 10.1 007/s00606-0 14-1131-8
- Silveira, F. A., Almeida, E. & Melo, G. A. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira; 2002. 253 p. ISBN. 85-903034-1-1.
- Silveira, T. M. T. Polinização em amoreira-preta (*Rubus* sp.), mirtilo (*Vaccinium ashei*) e ameixeira-japonesa (*Prunus salicina*) [Dissertação de Mestrado]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2008.
- Silveira, T. M. T., Raseira, M. C. B., Nava, D. E. & Couto, M. Blueberry pollination in southern Brazil and their influence on fruit quality. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2011; 33(1): 81-88.
- Silveira, T. M. T., Raseira, M. C. B., Nava, D. E. & Couto, M. Influência do dano da abelha irapuá em flores de mirtilo sobre a frutificação efetiva e as frutas produzidas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2010; 32(1): 303-307.
- Strik, B. C. Horticultural practices of growing highbush blueberries in the ever-expanding U.S. and global scene. *Journal of the American Pomological Society*. 2007; 61: 148-150.
- Su, M. S. & Silva, J. L. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation. *Food Chemistry*. 2006; 97: 447-451.
- Thorp, R. W. The collection of pollen by bees. *Plant Systematics and Evolution*. 2000; 222: 211-223.
- Treanore, E., Barie, K., Derstine, N., Gadebusch, K., Orlova, M., Porter, M., Purnell, F. & Amsalem, E. Optimizing laboratory rearing of a key pollinator, *Bombus impatiens*. *Insects*. 2021; 12(8): 673.
- Vinícius-Silva, R., Parma, D. F., Tostes, R. B., Arruda, V. M. & Werneck, M. V. Importance of bees in pollination of *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) in open-field of the Southeast of Minas Gerais State, Brazil. *Hoehnea*. 2017; 44(3): 349-360.

Voitina, C. Aves catarinenses. Balneário Camboriú: Ed. do Autor; 2017. 528 p. ISBN: 978-85-921939-0-4.

Wille, A. Behavioral adaptations of bees for pollen collecting from *Cassia* flowers. *Revista de Biologia Tropical*. 1963; 11(2): 205-210.

Yáñez, I. M. Perspectivas en el mercado de los arándanos: otro ejemplo del 'efecto kiwi' en la agricultura? Talca: CENI; 2008. 28 p. Serie Estudios, 1.