

**Tomás de Almeida Brito**

**O néctar na cultura da framboesa em estufa:  
Extração pelas abelhas**



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**2019**



**Tomás de Almeida Brito**

**O néctar na cultura da framboesa em estufa:  
Extração pelas abelhas**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Gestão Sustentável dos Espaços Rurais**

Trabalho efetuado sob a orientação de:  
Prof. Doutor Amílcar Manuel Marreiros Duarte



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**2019**



**O néctar na cultura da framboesa em estufa;  
Extração pelas abelhas**

**Declaração de Autoria do Trabalho**

Declaro ser o(a) autor(a) deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

**Tomás de Almeida Brito**

.....

## **Direitos de cópia ou Copyright**

### **© Copyright: (Tomás de Almeida Brito)**

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

«A apicultura é, aos olhos dos economistas clássicos, um “pequeno projecto”. Contudo, se a dimensão dos projectos fosse medida pelos benefícios concretos que traz para as comunidades rurais, a apicultura teria que ser elevada à categoria de grande projecto.

A criação de abelhas reforça uma luta que considero fundamental: apoiar a família na sua múltipla relação com os recursos naturais. A atual filosofia desenvolvimentista reduz a família rural à condição de “camponês” como se a agricultura fosse a única estratégia produtiva nas zonas rurais. O que acontece é que se “esquecem” práticas e sabedorias seculares que ligam os chamados “camponeses” ao seu meio ambiente. Está-se secundarizando um leque diverso de recursos que é fundamental para superar a fome e a miséria no campo.»

Mia Couto - 12.7.1995

«Durante séculos (e até milénios) o homem satisfez-se em “colher” os produtos da colmeia. A partir do século XVIII observações científicas de colónias de abelhas abriram uma nova era que permitiu inúmeras invenções. Estas últimas abriram o caminho para uma apicultura mais sustentável e racional na exploração das abelhas (*Apis mellifera*). Contribuíram também para compreender melhor e tomar em conta as capacidades naturais das abelhas. No século XX, à procura de melhores desempenhos, a apicultura orientou-se, experimentou e desenvolveu (com mais ou menos sucesso) a exploração das capacidades específicas de raças diversas em diferentes ambientes.

Hoje em dia, a profissão apícola dispõe de uma volumosa bibliografia que reúne numerosos dados científicos, experimentais e práticos. No entanto, apesar das numerosas e incessantes pesquisas, não existe informação fiável sobre a atividade e a exploração da abelha em espaços fechados, como é o caso particular das estufas modernas. Os métodos empíricos, que são atualmente usados neste tipo de espaços, provocam uma taxa de mortalidade muito elevada nas abelhas que põe em perigo o funcionamento da exploração e o seu futuro.»

Jean-Pierre Lhérété- 2018

## **AGRADECIMENTOS**

Ficarei eternamente grato a algumas pessoas sem as quais este trabalho não teria sido possível.

Primeiro à empresa Hubel Agrícola, que me proporcionou a oportunidade de realizar este trabalho, e a toda a equipa da Quinta da Fazenda Nova que disponibilizou todos os meios que foram necessários.

Um especial agradecimento ao Jean-Pierre Lhéréte pela sua amizade e partilha incondicional de toda a informação e meios necessários ao desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento particular também à Juce de Mendonça Saias e à Maria Marta Saias por terem disponibilizado alojamento, comida, e tudo o mais durante o desenrolar do trabalho.

Ao Professor Doutor Amílcar Manuel Marreiros Duarte, pela sua orientação, total apoio, disponibilidade, pelo saber que transmitiu, pelas opiniões e críticas, total colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que foram surgindo.

Um agradecimento também à Maria Rosário Silva e à Ana Arsénio pelo apoio, críticas, e motivação prestadas.

Por último, tendo consciência que sozinho nada disto teria sido possível, dirijo um agradecimento especial aos meus pais, à família, e às minhas queridas irmãs, pelo seu apoio incondicional, incentivo, amizade e paciência demonstrados e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo. A eles dedico este trabalho!

## Resumo

A framboesa tornou-se nos últimos anos numa importante cultura frutícola do Algarve. Apesar de cultivada em estufa, esta cultura tem uma relação estreita com o meio envolvente, sobretudo no que diz respeito aos polinizadores, uma vez que a quantidade de frutos produzidos e a sua qualidade dependem da polinização das suas flores. Para atrair os insetos polinizadores, as flores de framboesa secretam quantidades significativas de néctar que, quando não é extraído, serve de substrato para o desenvolvimento de fungos e bactérias. Para além de serem essenciais na polinização das flores, as abelhas também extraem grandes quantidades de néctar das flores, reduzindo assim o potencial de proliferação dos agentes patogénicos. É, assim, importante que as colónias de abelhas sejam suficientes para as duas funções na cultura: polinização e extração de néctar. Por isso, procurou-se determinar a quantidade de néctar produzida pela planta e estudar o comportamento das abelhas nas estufas de nova geração, constatando os desafios e limitações que lhes são impostos. Para efeitos do estudo, criámos uma lista de dez estados fenológicos dos órgãos generativos (flores) de framboesa e, através de um método simples e inovador, medimos a produção de néctar, a partir da abertura da flor até à frutificação. Verificámos que a maior secreção de néctar é produzida quando as pétalas começam a abrir (estado fenológico 3, estágio F do CTIFL). A quantidade de néctar secretado pelas flores, numa campanha de 42 dias, pode ir de 350 até cerca 560 litros por hectare. Este estudo abre caminho para a optimização do número de colmeias a instalar por hectare de framboesa, contribuindo para uma gestão mais sustentável dos espaços rurais.

**Palavras-chave:** *Rubus idaeus*, *Apis mellifera*, fenologia, floração, colmeias, polinização

## Abstract

In recent years raspberry has become an important fruit crop in Algarve. Although it is grown in greenhouses, this crop has a straight relation with its surrounding environment, mostly with regards to pollinators, since the quantity and the quality of the fruits depends on the pollination of the flowers. In order to attract pollinators, raspberry flowers secrete significant quantities of nectar which, when not extracted, serves as a substrate for the development of fungi and bacteria. Even more than being essential in pollinating the flowers, honeybees also extract big quantities of nectar from the flowers, and therefore minimize the potential proliferation of pathogenic agents. It is thereafter, important that the bee colonies be sufficiently present for both functions: pollinating and extracting the nectar. That is the reason why this work aimed to determine the quantity of nectar produced by the plant and to study the behavior of honeybees in new generation greenhouses, and in finding the challenges and limitations that are imposed.

A list of the phenological stages undergone by the generative organs (flowers) of raspberry was created and, through a simple and innovative method, the nectar production was measured, from the flower opening until its fructification. We found that the greatest amount of nectar is produced when the petals start opening (phenological stage 3, stage F of the CTIFL list). We concluded that the quantity of nectar secreted by flowers, in 42 days, can go from around 350 up to 560 liters per hectare. This study makes way to optimize the number of hives to be installed per hectare on raspberry crops and contributes to a more sustainable management of rural spaces.

**Keywords:** *Rubus idaeus*, *Apis mellifera*, phenology, flowering, hives, pollination

## Índice

1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	5
2.1. A cultura da framboesa .....	7
2.2. Necessidade de polinização.....	7
2.3. Produção de néctar .....	8
2.4. Abelhas e abelhões.....	10
2.5. Crise dos Polinizadores.....	12
2.6. Papel das abelhas na polinização .....	15
2.7. Papel das abelhas na extração de néctar .....	16
3. Objetivos.....	17
4. Material e Métodos .....	21
4.1. Locais onde decorreu o estudo .....	23
4.1.1. Quinta da Penha.....	23
4.1.2. Quinta da Fazenda Nova.....	24
4.2. Material vegetal observado .....	25
4.3. Observações e Operações desenvolvidas com colónias de abelhas .....	25
4.4. Estados fenológicos da flor de framboesa .....	28
4.5. Observações realizadas.....	31
4.5.1. Ciclos de observações.....	32
4.6. Tratamento estatístico dos dados .....	34
5. Resultados e Discussão .....	35
5.1. Produção de néctar em diferentes estados fenológicos.....	37
5.2. Volume total de néctar produzido por flor.....	40
5.3. Volume de néctar produzido em diferentes estados fenológicos .....	41
5.3.1. Presença de néctar por estado fenológico .....	41
5.3.2. Percentagem de flores com néctar por estado fenológico .....	43
5.4. Produção de néctar ao longo do dia.....	46
5.5. Efeito da temperatura sobre a produção de néctar .....	49
5.6. Presença de néctar em cultivares distintas.....	50

5.7. Evolução do peso das colmeias .....	50
5.7.1. Peso absoluto .....	50
5.7.2. Evolução da variação dos pesos das colmeias .....	52
5.8. Observações sobre o comportamento das abelhas .....	53
5.9. Cálculos relativos à produção de néctar .....	54
5.10. Efeito de uma polinização insuficiente sobre a qualidade do fruto.....	56
6. Conclusões .....	57
7. Referências.....	63

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> - Gota de néctar após o vingamento do fruto.....	3
<b>Figura 2</b> - Abelha ( <i>Apis mellifera iberiensis</i> ) em cima de uma flor de framboesa .....	11
<b>Figura 3</b> - Lista de doenças de declaração obrigatória .....	13
<b>Figura 4</b> - Informação sobre as doenças de declaração obrigatória .....	13
<b>Figura 5</b> - Mapa da Quinta da Penha com esquema sobre ciclos de observações .....	23
<b>Figura 6</b> - Mapa da Quinta da Fazenda Nova com esquema sobre ciclos de observações .....	24
<b>Figura 7</b> - Colmeias normais (esq.) e “super-colmeias” (dir.) .....	26
<b>Figura 8</b> - Super-colmeia no interior da estufa .....	27
<b>Figura 9</b> - Estados fenológicos dos órgãos generativos de framboesa.....	28
<b>Figura 10</b> - Flores etiquetadas e cobertas com sacos de rede fina com fecho. ....	33
<b>Figura 11</b> - Produção de néctar de cada flor por hora, por estado fenológico. Determinado durante o primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. ....	37
<b>Figura 12</b> - Produção de néctar de cada flor por hora, por estado fenológico. Determinado durante o segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivares A e B. ....	38
<b>Figura 13</b> - Produção de néctar de cada flor por hora, por estado fenológico. Determinado durante o terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B. ....	39
<b>Figura 14</b> - Medida de dispersão de dados relativos ao volume de néctar. Determinado no terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B. ....	40
<b>Figura 15</b> - Presença de néctar por estado fenológico. Determinado no primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. ....	41
<b>Figura 16</b> - Presença de néctar por estado fenológico. Determinado no segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivares A e B. ....	42

<b>Figura 17-</b> Presença de néctar por estado fenológico. Determinado no terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B. ....	42
<b>Figura 18-</b> Percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Determinado no primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. Colunas sem letras em comum apresentam entre si diferenças estatisticamente significativas. ....	43
<b>Figura 19-</b> Percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Determinado no segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivares A e B. Colunas sem letras em comum apresentam entre si diferenças estatisticamente significativas. ....	44
<b>Figura 20-</b> Percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Determinado no terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B. Colunas sem letras em comum apresentam entre si diferenças estatisticamente significativas. ..	45
<b>Figura 21-</b> Média de produção de néctar, no segundo estado fenológico, por flor a uma dada hora. Determinado no quarto ciclo de observações (6 de outubro a 29 de novembro de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. ....	46
<b>Figura 22-</b> Média de produção de néctar no terceiro estado fenológico por flor a uma dada hora. Determinado no quarto ciclo de observações (6 de outubro a 29 de novembro de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. ....	47
<b>Figura 23-</b> Média de produção de néctar, no quarto estado fenológico, por flor a uma dada hora. Determinado no quarto ciclo de observações (6 de outubro a 29 de novembro de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. ....	47
<b>Figura 24-</b> Média de néctar produzido ao longo do dia, determinado no terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B. ....	48
<b>Figura 25-</b> Efeito de temperatura sobre produção de néctar por hora. Dados do primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. ....	49

<b>Figura 26-</b> Produção de néctar por hora, em diferentes estados fenológicos, em duas cultivares distintas (A e B), determinada no segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova).....	50
<b>Figura 27-</b> Evolução do peso das colmeias, determinado no quinto ciclo de observações, durante 35 dias entre 5 de outubro e 8 de novembro de 2017. ....	51
<b>Figura 28-</b> Variações dos pesos das colmeias, determinado no quinto ciclo de observações, durante 35 entre 5 de outubro e 8 de novembro de 2017.....	52
<b>Figura 29-</b> Planta da Quinta da Fazenda Nova, com a localização das colmeias e das zonas de mortalidade das abelhas. ....	54
<b>Figura 30 -</b> Frutos deformados, devido às flores não terem sido devidamente polinizadas (estiveram cobertas com rede).....	56



# **1. Introdução**



## 1.1. Identificação do tema

A ideia da realização deste trabalho surgiu a partir de um contato da empresa Hubel Agrícola que solicitou o apoio da Universidade do Algarve para estudar problemas que derivam da presença excessiva de néctar nas flores de framboesa (*Rubus idaeus*), devido a uma secreção abundante de néctar e/ou de uma atividade demasiado baixa por parte dos insetos que consomem esse néctar na sua alimentação. Por isso, há necessidade de compreender melhor o processo de secreção desta substância e estudar como reduzir a sua presença. Desta forma foi importante avaliar a quantidade de néctar produzido pelas plantas de framboesa em estufa e estudar a importância das abelhas (*Apis mellifera*) na sua recolha. Isto, com vista a controlar e gerir os agentes patogénicos que se alimentam deste subproduto da flor (Figura 1) e evitar que o seu excesso danifique a fruta. No sentido de descrever com rigor o processo de secreção de néctar, é necessário associá-lo aos estados fenológicos dos órgãos generativos da planta. Uma vez que as publicações encontradas não são suficientemente detalhadas (Edin, et al., 1999) ou se referiam à fenologia da planta no seu conjunto (Schmid, et al., 2001) tornou-se necessário elaborar uma nova lista de estados fenológicos. Este trabalho baseia-se, primordialmente, sobre a produção de néctar em flores de framboesa. No entanto também é dada uma atenção importante no desempenho e na importância que as abelhas representam neste processo.



Figura 1 - Gota de néctar após o vingamento do fruto.

## **1.2. Produção de Framboesas em Portugal**

O cultivo de framboesas está disperso por quase todo o país, mas a produção com intuito comercial está localizada sobretudo no litoral do Alentejo e no Algarve. Esta cultura tem vindo a ganhar uma importância crescente nos últimos 20 anos. Só em 2017 as estimativas apontam para 1 108 hectares cultivados, representando 17 880 toneladas produzidas a nível nacional (INE, 2017). Tendo em conta que em 1999 só havia 87 hectares cultivados em território nacional (Oliveira, et al., 2007), esta cultura deve ser encarada com grande potencial de crescimento económico e comercial. A cultura da framboesa emprega em média 12 trabalhadores por hectare. A qualidade do solo não é um fator determinante, as culturas são feitas em substrato, e em estufas. As infraestruturas têm vindo a melhorar ao longo dos anos acompanhando o investimento neste sector da agricultura.

## **1.3. As abelhas e a recolha de néctar nas culturas de framboesa**

As abelhas são amplamente utilizadas na cultura da framboesa. Mesmo nas condições em estufa, os produtores estimam que as colónias de abelhas são um auxiliar imprescindível não só para a polinização, mas também na recolha do néctar que é produzido em excesso pelas flores desta planta. Por isso as colmeias representam um fator importante para o sucesso da produção desta cultura. Também se pode admitir que a utilização de colmeias representa uma externalidade na produção de framboesas, apesar da importância das colónias de abelhas assim como os perigos que estas correm nestes ambientes serem muitas vezes negligenciados.

## **2.Revisão Bibliográfica**



## 2.1. A cultura da framboesa

A framboesa (*Rubus idaeus*) pertence à família Rosaceae, género *Rubus* e subgénero *Idaeobatus*, com cerca de 200 espécies (Sousa, 2007). É um fruto com muita procura pelas suas propriedades nutritivas e medicinais capazes de melhorar a saúde e de retardar doenças crónicas e degenerativas, devido ao seu alto valor nutritivo, aroma agradável e frescura (Oliveira, 2007). As folhas desta planta são adstringentes e detersivas, são usadas para curar a amigdalite e a dor de garganta (Latin, 2009). A infusão das flores em água de cevada é usada para tratar a inflamação dos olhos, infecções cutâneas e para fortalecer o estômago (Latin, 2009). O subgénero *Idaeobatus* ocorre nos cinco continentes, mas tem a sua distribuição centrada fundamentalmente no hemisfério Norte, com especial incidência na Ásia, Europa e América do norte (Oliveira, et al., 2007). A espécie *Rubus idaeus* produz uma inflorescência definida. O número de flores por inflorescência é muito variável; algumas espécies podem produzir flores solitárias, mas a maioria produz conjuntos que variam entre 3 e 75 flores por inflorescência (Oliveira, et al., 2007). As flores são hermafroditas, contendo cinco sépalas verdes e cinco pétalas ovais brancas (Latin, 2009). A framboesa vermelha floresce no Verão após um ano de crescimento vegetativo e de passar por um período de dormência durante o Inverno. A produção deste fruto tem vindo a ganhar uma importância notável, visível pelo aumento de sessenta por cento da produção nos censos de 1988 a 1998 (Oliveira, 2007) e um aumento de sensivelmente mil por cento da área de produção de 1999 a 2017 (INE, 2017). Esta tendência parece manter-se. Com o desenvolvimento dos mercados, a procura desta matéria-prima intensificou-se, com a exportação para outros países, nomeadamente, Noruega, Finlândia, Dinamarca, Bélgica e Reino Unido.

## 2.2. Necessidade de polinização

A flor de framboesa é uma fonte rica em pólen e néctar. As abelhas ajudam a distribuir o pólen de maneira equiparada pelos estigmas recetivos, otimizando o peso e a forma das framboesas (Delaplane & Mayer, 2000). Sendo assim a framboesa exige polinização entomófila. Na framboesa, aquilo a que habitualmente designamos por fruto é, na realidade, um fruto múltiplo composto por drupéolas. Cada drupéola é o resultado do processo de polinização, pelo que, uma polinização deficiente leva à produção de frutos deformados (Bolda, 2010). Este processo pode ter efeitos significativos sobre a qualidade e sobre a quantidade da produção nestas culturas (Pasthe & Kulkarni, 2015).

O processo de polinização é um dos fatores mais importantes que determinam a produtividade de uma cultura. No Reino Unido verificou-se que existem pelo menos 70 culturas agrícolas distintas que beneficiam da polinização de insetos, entre elas as de produção de frutas e sementes (Carreck, et al., 1997). A maioria das espécies de plantas com flores depende dos insetos para a sua polinização (Goulson, 1999). Assim, a proliferação e sucesso dessas espécies

de plantas estão diretamente relacionados com o comportamento dos insetos polinizadores. A busca de alimentos por parte destes insetos é flexível e complexa. Cada flor produz e disponibiliza uma quantidade pequena de néctar para incentivar a sua própria polinização. Ora, vários insetos depois competem por essa recompensa (Goulson, 1999). Os insetos que se especializam em procurar e visitar flores adquiriram por meios evolutivos, estratégias cada vez mais eficientes, que por sua vez determinam o sucesso reprodutivo das plantas que visitam (Goulson, 1999). Há estudos que demonstram que as abelhas e outros insetos que visitam flores, conseguem aprender rapidamente e possuem uma memória sensorial, podendo assim usar o cheiro, cor, forma e uma combinação dos três para identificar flores que anteriormente ofereceram boas recompensas (Menzel & Hammer, 1995).

### 2.3. Produção de néctar

Em 1735, quando Linnaeus cunhou o termo 'nectário', isso despertou interesse por parte da comunidade científica e abriu caminho para alguns estudos sobre este 'órgão' produtor de néctar (Roy, et al., 2017). Nectários e néctar são áreas de pesquisa intensiva em botânica, no entanto um dos maiores problemas em nectarologia é que ainda não existe um consenso quanto aos mecanismos de produção de néctar (Vassilyev, 2010). Apesar da vasta bibliografia existente sobre as propriedades do néctar, a sua fisiologia, composição química, valores energéticos e nutricionais, do ponto de vista da ecologia existe ainda uma área muito pouco estudada, nomeadamente, o papel que o néctar representa no habitat natural de vários tipos de micro-organismos, com especial relevo para as leveduras (Herrera, et al., 2008). Tem vindo a ser comprovado que comunidades microbianas que se alimentam desta substância podem ter um efeito prejudicial nas plantas e/ou nos polinizadores (Herrera, et al., 2009). Estes estudos começaram a ser aprofundados somente na última década e ainda não há resultados conclusivos sobre os efeitos que representam para os animais nem para as plantas e os frutos (McArt, et al., 2014). Considerar o néctar meramente como uma recompensa alimentar para os polinizadores é retrógrado e simplista. Já sabemos que uma caracterização moderna dos nectários demonstra que a componente proteica do néctar está envolvida em interações com outros organismos para além de polinizadores, como por exemplo, micróbios, agentes patogénicos, e leveduras. Não devemos esquecer que esta substância tem uma relação intrínseca com micro-organismos que vivem dentro dela, como por exemplo, bactérias e leveduras (Nepi, 2017).

As flores de framboesa segregam grandes quantidades de néctar, através de um anel carnudo na margem do receptáculo e dentro do anel de estames, podendo produzir até cerca de 1,4 mg de açúcares por dia, e um total de 13 mg de néctar durante todo o período de floração (Oliveira, et al., 2007). Cultivares distintas da mesma espécie podem secretar quantidades consideravelmente diferentes (Schmidt, et al., 2015). Há poucos estudos que quantifiquem a produção de néctar por parte das flores de framboesa. Existem alguns relatórios que estudam a secreção de néctar em rosáceas no entanto existe muito pouca informação sobre as espécies do género *Rubus*, sobretudo no que diz respeito às cultivares economicamente mais importantes

(Schmidt, et al., 2015). Um dos estudos que existem sobre a produção de néctar em plantas de framboesa foi desenvolvido na Hungria, em 15 flores cobertas, recorrendo a micropipetas para a recolha de néctar. Foram analisadas as flutuações diárias de secreção desta substancia em duas cultivares distintas, e as variações da sua riqueza em açúcar durante o dia (Schmidt, et al., 2012). O estudo demonstra que a produção de néctar é mais importante durante as primeiras horas da manhã e durante as últimas horas da tarde (Schmidt, et al., 2012) e que isso estará relacionado com a temperatura e com a humidade relativa do ar. Mais, os conteúdos de açúcar presentes no néctar recolhido nesse estudo foram analisados com a ajuda de um refractómetro manual, e concluiu-se que durante a manhã o néctar apresenta uma concentração de 10% de açúcar enquanto ao meio dia apresenta 30% de concentração de açúcar (Schmidt, et al., 2012). Foi concluído que esta diferença de açúcares presentes no néctar é devida à evaporação da água contida no néctar (Schmidt, et al., 2015). No entanto, é pertinente sublinhar que este trabalho feito na Hungria só tomou em conta 15 flores e que decorreu somente durante um dia do ano em dois anos. Várias plantas da família das Rosáceas demonstram padrões de secreção de néctar significativos (Schmidt, et al., 2012). Nos Estados Unidos foi determinada uma média de secreção de néctar por parte das plantas de framboesa de 17,53  $\mu\text{L}$  por flor por dia, e de uma concentração de 22,4% de sólidos solúveis presentes nessa mesma substância (Whitney, 1984). Foi concluído que a secreção de néctar pelas flores de framboesa acontece principalmente durante 24 horas depois da abertura das flores e que desde o primeiro instante de abertura da flor há uma tendência decrescente na produção desta substancia (Gupta & Thakur, 1987). Noutro estudo mais recente observaram que as plantas de framboesa podem secretar néctar até ao final da fase de floração, depois dos estames secarem e quando as pétalas já tiverem caído (Schmidt, et al., 2015).

Ao oferecer néctar, as plantas atraem animais mutualistas. A interação entre plantas e polinizadores representa o resultado de aproximadamente 100 milhões de anos de evolução (Goulson, 1999). O néctar pode ser secretado durante todo o ciclo de duração da flor ou pode cessar em algumas alturas (Pacini & Nepi, 2007), por exemplo; há plantas que só secretam néctar à noite e outras só durante o dia. A continuidade da secreção de néctar de uma dada espécie está relacionada com as suas necessidades de polinização. A secreção costuma parar quando uma só visita de um polinizador é suficiente para a flor ser fecundada. No entanto, quando a secreção continua, será devido á necessidade de mais visitas de polinizadores (Pacini & Nepi, 2007). As flores secretam néctar, mas também o podem reabsorver (Pacini & Nepi, 2007). É muito provável que a produção total de néctar por uma flor seja na realidade um balanço entre a sua secreção e a sua reabsorção (Pacini & Nepi, 2007). No entanto, um estudo na Índia sobre a produção desta substância e visitas de polinizadores em plantas de framboesa, não foram encontrados nenhuns indícios de reabsorção de néctar por parte destas plantas (Gupta & Thakur, 1987).

Pouco se sabe sobre o efeito que as condições ambientais têm sobre a secreção de néctar por parte das plantas, mas é muito provável que haja relações entre eles como por exemplo; disponibilidade da água, temperatura, humidade relativa e luz (Pacini & Nepi, 2007). O

aprofundamento de estudos nesta área é essencial para perceber como reduzir a quantidade de néctar que não é extraído das flores, com vista a controlar os agentes patogénicos que se alimentam deste produto (Wäckers, et al., 2007).

## 2.4. Abelhas e abelhões

As duas espécies mais usadas na polinização são os abelhões (*Bombus terrestris*) e as abelhas (*Apis mellifera*), sendo utilizados comercialmente para desempenhar esta tarefa. Hoje em dia, na maior parte das explorações em Portugal, utilizam-se simultaneamente as duas espécies nas estufas de produção de framboesas. No entanto, as colónias de abelhões têm uma taxa de mortalidade de cem por cento, pois as caixas usadas e as condições ambientais impedem a viabilidade destas pequenas colónias que têm o seu tempo de ação limitado a algumas semanas, até ao seu colapso. Esta taxa no caso das abelhas é variável, pois depende do acompanhamento do apicultor, que garante a sobrevivência do enxame recorrendo à sua retirada antes deste sucumbir. As caixas de abelhões são compradas a empresas belgas e holandesas que fazem criação de abelhões exóticos (*Bombus terrestris*). Os dois cumprem funções ecológicas semelhantes e sendo da mesma família animal, estas duas espécies distintas têm muitas semelhanças, mas também algumas diferenças. Na cultura de framboesa os abelhões são usados primordialmente para a polinização, enquanto as abelhas são utilizadas, principalmente, para recolher o excesso de néctar para além de também atuarem, complementarmente, na polinização. Os abelhões preferem flores mais novas e têm uma predileção pelo pólen, em detrimento do néctar (Delaplane & Mayer, 2000) que também consomem em menores quantidades. As abelhas consomem tanto pólen como néctar (Lhérété, 1991). Mais ainda, os abelhões são mais ativos a horas e em culturas distintas das abelhas (Thompson & Hunt, 1999), e são ativos a temperaturas inferiores que as abelhas. A variável climática que mais influencia a busca de pólen ou néctar é a humidade relativa (Goulson, 1999); as abelhas têm uma tendência para colher pólen quando a humidade relativa é baixa e néctar quando a humidade relativa é alta. Assim as abelhas tendem a colher mais néctar no início e final do dia enquanto nas horas de maior calor têm mais tendência a colher pólen, podemos então relacionar a procura de alimentos a consequências climáticas.

Um estudo desenvolvido na Argentina explica como os abelhões, assim como as abelhas, podem ter efeitos negativos na produção da cultura da framboesa se a sua presença for excessiva. Esse estudo aferiu que os abelhões (*Bombus terrestris*) retiram botões florais, reduzindo significativamente a produção se a sua presença for excessiva, e reforça a ideia de que é necessário haver um equilíbrio da quantidade de abelhas e um controlo para evitar a entrada dos abelhões invasores (Sáez, et al., 2014). A mesma equipa verificou, noutro estudo, que estes mesmos abelhões (*Bombus terrestris*) têm efeitos negativos sobre as abelhas, por reduzirem a disponibilidade de néctar e por tirarem botões florais, tendo demonstrado que grandes quantidades desta espécie podem ser prejudiciais às abelhas e às plantas (Sáez, et al., 2017).

Outro estudo desenvolvido no Reino Unido analisou a importância de ter variedades comerciais de abelhões (*Bombus terrestris*) nas estufas de produção de framboesa, e concluiu que estes contribuem para a produtividade da cultura e que as abelhas selvagens existentes no meio rural não são suficientes para assegurar uma devida polinização dos frutos de framboesa (Lye, et al., 2011). Mais ainda este estudo explica que existem riscos inerentes ao uso de espécies não nativas, usadas comercialmente, e reforça que uma pesquisa de soluções alternativas será sempre uma mais valia para a área em questão (Lye, et al., 2011). As variedades exóticas de abelhões (*Bombus terrestris*) usadas em Portugal nas estufas para além de não fazerem reservas de néctar e terem uma esperança de vida muito curta, podem tornar-se invasores como tem vindo a acontecer no oeste Alentejano (Seabra, et al., 2018).

Adicionalmente, é de interesse geral e científico fazer algumas observações sobre a abelha ibérica (*Apis mellifera iberiensis*) e o interesse genético que ela tem despertado. A abelha ibérica tem sido uma das subespécies de abelhas (30 subespécies) mais estudadas a nível mundial, com especial enfoque em Espanha. Isto deve-se ao facto de esta abelha apresentar uma diversidade e complexidade genética de alto interesse científico (Pinto, et al., 2017). Esta abelha caracteriza-se por ter uma diversidade genética notável, apresentando mais semelhanças com a abelha africana do que com outras abelhas europeias (Cánovas, et al., 2007), o que é ainda mais notório no sul da Península Ibérica, onde a abelha é mais africanizada do que no resto do país (Chávez-Galarza, et al., 2015). Há estudos que indicam que esta subespécie de abelhas é das mais antigas na Europa, e potencialmente a primeira a ter aparecido no continente (Cánovas, et al., 2007), destacando o seu património genético, a sua diversidade, e o facto de ter influências genéticas tanto da Europa como de África (Chávez-Galarza, et al., 2015). É importante sublinhar também que existem ainda poucas informações que abordem a interação entre os apicultores e os agricultores, assim como o movimento das colónias de abelhas ou abelhões, com vista à criação de políticas agrícolas e ambientais que satisfaçam todas as partes envolvidas.



Figura 2- Abelha (*Apis mellifera iberiensis*) em cima de uma flor de framboesa

## 2.5. Crise dos Polinizadores

Como todos os organismos vivos, as abelhas são suscetíveis a várias doenças, parasitas, predadores e outras ameaças (ex: intoxicação por pesticidas), cuja ação pode ter um efeito prejudicial no seu normal desenvolvimento e conseqüentemente na sua produtividade. A Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) é um serviço central da administração direta do Estado Português e integrado no Ministério que tutela o setor agropecuário. Algumas das suas competências respeitam à saúde e proteção animal, tais como: Regulamentar e coordenar as medidas de saúde e proteção animal; elaborar, coordenar e acompanhar os programas de vigilância, controlo e erradicação de doenças animais, as campanhas sanitárias, os planos de alerta, bem como os sistemas de informação que os suportam; elaborar e coordenar os Planos de Controlo de Saúde e Proteção Animal em Portugal; Promover análises epidemiológicas e o tratamento de informação nosológica das doenças animais e a sua notificação nacional, comunitária e internacional.

De acordo com as competências da DGAV, no caso específico da apicultura, esta entidade integra a Comissão de Acompanhamento para a Vigilância, Prevenção e Controlo da Vespa velutina (CVV) que reviu e atualizou o Plano de Ação para a Vigilância e Controlo da Vespa velutina e é responsável pela elaboração do Programa Sanitário Apícola.

O Plano de Ação para a Vigilância e Controlo da Vespa velutina tem por objetivo enquadrar a atuação nacional face ao estabelecimento e disseminação da vespa asiática (*Vespa velutina nigrithorax*) em todo o território português. Esta vespa é uma espécie exótica invasora de origem asiática, predadora da abelha europeia (*Apis mellifera*), encontrando-se, por enquanto, circunscrita ao norte e centro de Portugal.

O programa sanitário apícola é elaborado anualmente pela DGAV e visa o estabelecimento das medidas de sanidade veterinária para defesa do território nacional das doenças das abelhas bem como dos requisitos a que devem obedecer as zonas controladas. Integram este programa: o Plano de luta contra a Varroose elaborado com o objetivo de constituir uma ferramenta de apoio para os apicultores e as suas organizações na luta contra a varroose no território nacional; o Plano de emergência contra a *Aethina tùmida* é constituído por um Manual de Operações e respetivos anexos onde se encontram descritos os diversos procedimentos adequados para resposta ao aparecimento de uma situação de suspeita/ confirmação de aethinose por este coleóptero e o Plano Integrado de Controlo Oficial de Apiários (PICOA) que integra várias matérias da competência da DGAV, designadamente a saúde das abelhas, a utilização/detenção ou posse de medicamentos veterinários e a segurança do mel. No âmbito da saúde animal, os objetivos a atingir são: vigilância das doenças de abelhas de declaração obrigatória (Figura 3); vigilância específica de doenças exóticas, designadamente Aethinose por *Aethina tumida* e Tropilaelaps por *Tropilaelaps sp*; vigilância sanitária através da colheita de

amostras de abelhas e favos para exame laboratorial e verificação do cumprimento dos requisitos gerais do Decreto-lei nº 203/2005 de 25 de novembro.

Na Figura 3 apresenta-se a lista de doenças de declaração obrigatória, conforme o Decreto-Lei 203/2005 de 25 de novembro e as que se consideram endémicas a nível nacional:

Doença das abelhas de declaração obrigatória a nível nacional Decreto Lei nº 203/2005, de 25 de novembro	Doença endémica em Portugal
Loque americana	x
Loque europeia	
Acarapiose	x
Varroose	x
Aethinose por <i>Aethina tumida</i>	
Tropilaelaps por <i>Tropilaelaps sp</i>	
Ascosteriose (unicamente em zonas controladas).	x
Nosemose (unicamente em zonas controladas).	x

Figura 3- Lista de doenças de declaração obrigatória

Relativamente às doenças de declaração obrigatória, de acordo com a legislação nacional vigente, apresenta-se a seguir uma tabela (DGAV, 2014) onde se encontra informação resumida sobre cada uma delas.

Doenças existentes em Portugal		Agente		Profilaxia	Tratamento
Loque Americana (bactéria)	Criação	<i>Paenibacillus larvae</i>	Criação de mosaico. Opérculos escurecidos, deprimidos e perfurados. Larvas filantes, viscosas e aderentes à parede do alvéolo. Cheiro a "cola de sapateiro".	Desinfecção de material apícola. Não introduzir cera contaminada. Substituição periódica de cera. Não alimentar as abelhas com mel contaminado.	_____
Loque Europeia (bactéria)	Criação	<i>Melissococcus pluton</i>	Criação de mosaico. Cheiro acre quando se abre a colmeia. Larva mão é filante nem viscosa e não adere à parede do alvéolo.	Desinfecção de material apícola.	_____
Ascosteriose (fungo)	Criação	<i>Ascosphaera apis</i>	Criação de mosaico. Larvas mumificadas brancas e negras com consistência de giz. Múmias brancas e pretas na tábua de voo e no chão em frente à colmeia.	Não colocar as colmeias diretamente no solo. Trabalhar com rainhas jovens e com boa capacidade de limpeza. Substituição periódica das ceras.	_____
Varroose (ácaro)	Criação e Abelhas adultas	<i>Varroa jacobsoni</i> <i>Varroa destructor</i>	Varroas nas abelhas adultas. Abelhas deformadas. Larvas mortas, podres e mal cheirosas.	Tratamento na primavera e outono.	<a href="#">Ver Lista de Medicamentos disponível no portal da DGAV.</a>
Acarapiose (ácaro)	Abelhas adultas	<i>Acarapis woodi</i>	Endoparasita que vive nas traqueias das abelhas. Dificuldade em iniciar voo. Manchas diarreicas na colmeia.	Realizar exame laboratorial antes do Inverno.	<a href="#">Ver Lista de Medicamentos disponível no portal da DGAV.</a>
Nosemose (protozoário)	Abelhas adultas	<i>Nosema apis</i>			_____

Figura 4- Informação sobre as doenças de declaração obrigatória (DGAV, 2014)

Com exceção da Varroose e Acarapsise, doenças provocadas por ácaros, as restantes doenças não possuem tratamento homologado e autorizada a sua aplicação em Portugal, pelo que o controlo sanitário das colónias se baseia na prevenção recorrendo a um maneio correto com base nas boas práticas apícolas.

Para além dessas pragas e doenças tem vindo a ser estudada a relação direta negativa que produtos químicos, como por exemplo, os neonicotinóides, representa para as abelhas. Os neonicotinóides são hoje em dia o grupo de inseticidas mais usados na agricultura a nível mundial (Hopwood, et al., 2016). Os neonicotinóides podem ser absorvidos pelas plantas e transferidos para os seus sistemas vasculares, fazendo com que o pólen e o néctar das flores se tornem tóxicos para os insetos (Hopwood, et al., 2016). Mesmo com períodos de quarentena depois da aplicação destes produtos, os insetos auxiliares introduzidos podem sofrer consequências letais (Hopwood, et al., 2016). A União Europeia já restringiu o seu uso, mas só a França os proibiu por completo. Para que um pesticida seja lançado no mercado precisa de receber uma autorização. A União Europeia tem regulamentos para este efeito, no entanto não específica que testes laboratoriais devem ser tomados em conta para estudar a persistência de moléculas potencialmente nocivas (Rortais, et al., 2005), nem mesmo os efeitos de uma exposição crónica prolongada. Mesmo que um pesticida não seja letal, pode ter efeitos sub-letais, podendo interromper as capacidades cognitivas e o comportamento normal das abelhas (Rortais, et al., 2005). Isto pode fazer com que elas não voltem à colmeia e subsequentemente morram passado poucos dias, noutra local. Por isso, pesticidas com efeitos moderados sobre os insetos podem tornar-se letais, e um estudo aprofundado destes casos demonstrará isso mesmo (Rortais, et al., 2005).

Estudos recentes sugerem que neonicotinóides e outros pesticidas podem ser fatores que contribuem para a síndrome do declínio das colónias de abelhas, conhecido como 'Colony Collapse Disorder' (Hopwood, et al., 2016). O 'Colony Collapse Disorder' ainda não foi suficientemente estudado e documentado na Europa principalmente devido à dificuldade de detetar causas concretas e aparente falta de sintomas visíveis (Dainat, et al., 2012). No entanto, existe uma extensa documentação proveniente dos Estados Unidos da América, onde este assunto já está a ser estudado desde o início deste século (Dainat, et al., 2012). Foram estipulados três fatores principais para descrever os sintomas deste fenómeno recente e cada vez mais frequente: 1- o rápido desaparecimento de abelhas adultas nas colónias, 2- a ausência de abelhas mortas dentro das colmeias e nas suas imediações, 3- o aparecimento tardio de sintomas de pragas e outras doenças comuns depois do declínio das colónias afetadas (vanEngelsdorp, et al., 2009). Ao contrário dos casos de morte de abelhas por causa de pesticidas (Hopwood, et al., 2016), as mortes de abelhões são mais dificilmente relatadas não só por estes não serem tão utilizados como as abelhas, mas também por morrerem em quantidades menores (Delaplane & Mayer, 2000).

No entanto, a perspetiva de que a atual crise de polinizadores ameaça a produtividade agrícola, principalmente devido ao síndrome do colapso das colónias (CCD ou Colony Collapse

Disorder) (Carreck, 2014), tem vindo a estimular o interesse científico e político, tendo o tema integrado a agenda pública de vários governos (Carreck, 2014). Isto gerou um interesse geral pelo assunto que ultimamente tem vindo a ser cada vez mais abordado por parte da comunidade científica (Aizen & Harder, 2009). O declínio global das abelhas está também ligado a agentes patogénicos, às mudanças climáticas, à fragmentação dos seus habitats para além do uso de pesticidas (Woodcock, et al., 2017). Apesar dos problemas encontrados que estão a ser estudados, os dados da FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) indicam um aumento de 45% do número de colónias pertencentes a apicultores na segunda metade do século passado, apesar de, muito provavelmente, as colónias selvagens estarem a diminuir.

## 2.6. Papel das abelhas na polinização

Noventa por cento das plantas, incluindo setenta e cinco por cento das culturas domésticas, beneficiam diretamente da polinização animal (Roy, et al., 2017). As abelhas procuram o néctar nestas plantas e incidentalmente também as polinizam. As abelhas são o polinizador mais importante no grupo de insetos que fazem este trabalho (Carreck, et al., 1997). Um estudo no Quebec conclui que na framboesa são precisas 5 a 6 visitas de abelhas por flor para otimizar o desenvolvimento da framboesa (Chagnon, et al., 1991).

Para que a polinização conduza à fecundação e ao vingamento do fruto, é necessário que ela ocorra pouco tempo depois da abertura da flor. O período de polinização eficaz (*effective pollination period*) é um conceito que foi elaborado por Williams (Williams, 1965), para estudar o período de receptividade das flores, ou seja, o período durante o qual a polinização pode conduzir à fertilização do ovário da flor. Mais de quarenta anos passaram desde que Williams introduziu este conceito, que ajudou a desenvolver estudos do tema em questão sobre a maioria das culturas frutícolas (Sanzol & Herrero, 2000). As pesquisas desenvolvidas demonstram que este conceito é essencial na elaboração de estudos relacionados com a floração das culturas frutícolas, e continua a ser uma ferramenta importante para enquadrar estudos sobre a variabilidade de conjuntos de flores e os eventos que ocorrem durante o processo generativo das plantas. O período eficaz de polinização depende de vários fatores, entre eles, a temperatura, a qualidade das flores e os tratamentos químicos (Sanzol & Herrero, 2000).

Tendo em vista a maximização das colheitas os produtores de framboesa têm sido aconselhados a garantir a presença de abelhas durante a floração e a evitar a utilização de pesticidas tóxicos durante a presença destes insetos nas culturas (Schmidt, et al., 2015). Por outro lado, quando a presença de abelhas é excessiva, estas podem provocar danos nas flores, danificando as drupéolas. Isto pode fazer com que as framboesas tenham menos 30% de drupéolas do que o normal, o que pode reduzir substancialmente a produtividade da cultura (Sáez, et al., 2014).

## 2.7. Papel das abelhas na recolha de néctar

A abelha (*Apis mellifera*) é o único animal que cria reservas de mel a partir de néctar concentrado, sendo assim o único inseto capaz de armazenar grandes quantidades desta substância. Neste caso é crucial a colheita de néctar, pois a fertilização destas plantas faz com que elas produzam quantidades excessivas desta substância (Carreck, 2014). Esta grande necessidade da presença de polinizadores está de acordo com o facto de as abelhas terem também uma preferência específica pelas flores de framboesa (Free, 1967). Esta atração deve-se principalmente ao facto de esta planta produzir quantidades significativas de néctar. As plantas de framboesa são conhecidas por secretarem muito néctar e a presença de abelhas (*Apis mellifera*) proporciona um aumento importante na produção e na qualidade da fruta (Schmidt, et al., 2015) (Free, 1967).

O néctar floral é produzido para atrair polinizadores. Na maior parte dos casos as plantas iniciam a secreção de néctar antes dos insetos forrageadores começarem a alimentar-se e em alguns casos até antes da abertura das flores (Pacini & Nepi, 2007). Este néctar rico e abundante, juntamente com o pólen, é altamente atrativo para os insetos polinizadores. Qualquer informação adicional sobre a atratividade das flores de framboesa para os insetos polinizadores poderá contribuir para melhorar as colheitas e para uma maior qualidade dos frutos (Schmidt, et al., 2015). Num estudo realizado na Hungria foi demonstrado que existem diferenças entre cultivares da mesma espécie de framboesas e que estas variações na composição e na quantidade de néctar secretado podem ter um impacto na atratividade das flores para as abelhas (Schmidt, et al., 2015). Parâmetros e ritmos de produção de néctar costumam ser associados ao comportamento de animais forrageadores que visitam as flores (Pacini & Nepi, 2007).

Apesar de várias espécies de insetos visitarem as flores de framboesa, a abelha doméstica é considerada o principal e mais eficiente polinizador (Oliveira, et al., 2007). Existe uma crescente procura dos serviços que os apicultores conseguem prestar a empresas agrícolas (Aizen & Harder, 2009).

## **3. Objetivos**



O presente trabalho, desenvolvido no âmbito do Mestrado na Gestão Sustentável dos Espaços Rurais, teve como objetivo principal contribuir para o aumento do conhecimento na área da apicultura em culturas de framboesa em estufa. Existem poucos trabalhos académicos que abordem o tema em questão, sendo por isso importante adicionar estudos sobre a produção de néctar e, sobretudo, aumentar o nível de conhecimento sobre o desenvolvimento de técnicas na cultura da framboesa, para assim ajudar os agricultores que escolhem esta cultura como fonte de rendimento. Este trabalho foca-se essencialmente na determinação da quantidade de néctar produzido pelas flores de framboesa, quantificando a secreção de néctar nesta cultura. Neste processo também foi necessário estudar a fenologia da cultura, com o intuito de perceber melhor e determinar com mais precisão a altura em que acontece a secreção de néctar. Neste sentido foi necessário desenvolver uma técnica para quantificar a produção de néctar destas plantas durante todo o ciclo fenológico da planta, com enfoque na fase de floração. Foram usadas saquetas com fecho (para tapar as flores) e microtubos calibrados, que permitiram e tornaram mais ergonômica a recolha de néctar das flores. Através desta técnica pretendeu-se quantificar com exatidão a produção de néctar pelas plantas e criar estimativas para áreas maiores, tendo em conta um certo período de tempo (uma campanha; 42 dias). Complementarmente existe a intenção de contribuir para a determinação do número de colónias e do número de abelhas (*Apis mellifera*) por colónia necessários para desempenhar as suas funções eficazmente numa dada área de produção de framboesas (*Rubus idaeus*). Também foram experimentadas diferentes técnicas de colocação e preparação de colmeias dentro das estufas. Estas técnicas representam uma parte mais experimental deste trabalho e são inovadoras no sentido em que não existe literatura sobre este assunto. Suplementarmente também se pretende, em colaboração com a empresa Hubel Agrícola, encontrar soluções que façam com que o excesso da produção de néctar deixe de ser um problema. Para tal, será necessário compreender a qualidade do trabalho das abelhas na recolha do néctar e perceber a relação dinâmica entre a produção deste produto e a atividade destes insetos, durante a floração. A análise destes problemas deverá contribuir para encontrar potenciais soluções e pontos de equilíbrio no sentido de racionalizar e tornar mais sustentável a produção de framboesas em estufa nas condições do Algarve.



## **4. Material e Métodos**



## 4.1. Locais onde decorreu o estudo

As observações que foram realizadas no âmbito deste estudo e que permitiram o levantamento de dados podem ser repartidas em cinco ciclos, a partir de 12 de março de 2017 até 11 de novembro de 2017 em diferentes locais pertencentes à empresa Hubel Agrícola.

### 4.1.1. Quinta da Penha

A Quinta da Penha fica situada na Conceição de Faro, concelho de Faro. Tem uma área aproximada de 8 hectares destinados à produção de framboesas para consumo em fresco. As infraestruturas neste local são constituídas por baterias de estufas com estrutura em madeira e por baterias de túneis com estrutura metálica. A altura das infraestruturas varia entre 2 metros nos pontos mais baixos e 3.5 metros nos mais altos. A cobertura das estufas é feita com polietileno com efeito térmico, resistente à radiação UV (filtra raios ultravioleta), com 200 micrómetros de espessura.

- Primeiro Ciclo de Observações
- Quarto Ciclo de Observações



Figura 5- Foto aérea da Quinta da Penha com a localização dos ciclos de observação efectuados

### 4.1.2. Quinta da Fazenda Nova

Situada em Moncarapacho, concelho de Olhão. Esta quinta tem uma área de cerca de 10 hectares destinados à produção de framboesas para consumo em fresco. As infraestruturas neste local são estufas de nova geração compostas por estruturas metálicas com 5.5 metros de altura com tela de sombra. As infraestruturas variam entre 5.5 metros nos pontos mais baixos e 8.5 metros nos mais altos (cumeeira). A cobertura das estufas é feita com polietileno com efeito térmico, resistente à radiação UV e com 200 micrómetros de espessura.

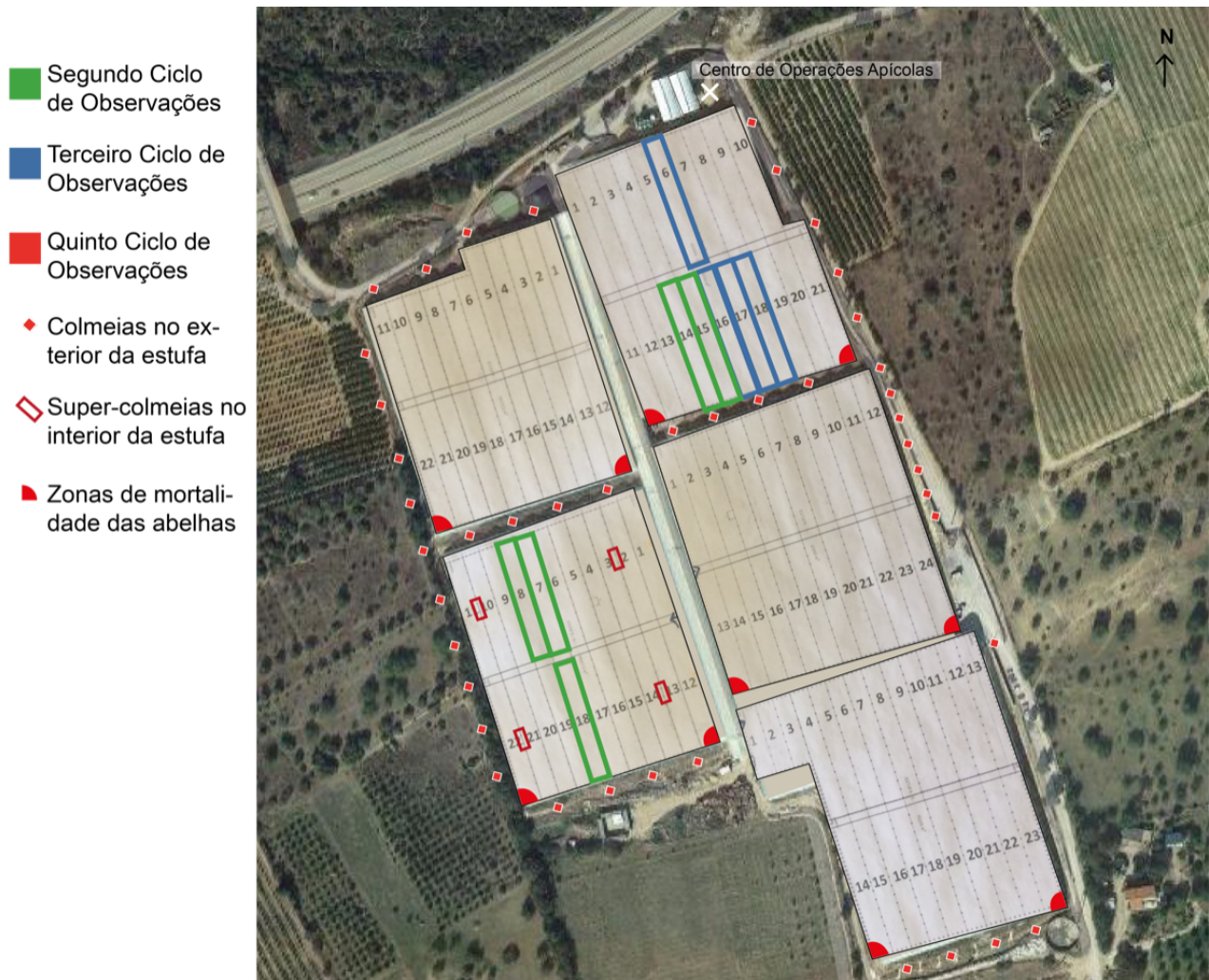


Figura 6- Fotografia aérea da Quinta da Fazenda Nova com a localização dos ciclos de observação efectuados e a disposição das colmeias

## 4.2. Material vegetal observado

Este trabalho foi realizado em plantas de framboesa (*Rubus idaeus* L.) As plantas estudadas pertenciam a duas cultivares amplamente difundidas em Portugal e noutros países. Pelo facto de serem cultivares protegidas e de as empresas detentoras das respetivas patentes colocarem limitações à realização de estudos com esse material vegetal, elas serão aqui identificadas como cultivares A e B. São cultivadas em vasos de 4,5 litros, em substrato de fibra de coco. As cultivares são regadas e fertilizadas, em regime hidropónico, por fertirrega com uma aplicação de nutrientes em função da fase de desenvolvimento da cultura ajustada pela empresa. Na altura em que decorreu o estudo foram regadas 12 vezes por dia durante 3,5 minutos de cada vez, com frequência fixa. As plantas têm um ciclo cultural de aproximadamente 6 meses, tendo sido plantadas em dezembro, a floração aconteceu a partir de final de março e foram cuidadas até ao final da colheita em maio. Na cultivar A foram plantadas 3 plantas por vaso e posicionados na estufa 4 vasos por metro linear, com 2,5 metros de entre linha. Na cultivar B, plantaram-se somente 2 plantas por vaso e colocaram-se 6 vasos por metro linear. Em qualquer das cultivares, havia 12 plantas por metro linear.

## 4.3. Observações e Operações desenvolvidas com colónias de abelhas

Foram observados comportamentos das abelhas durante todos os ciclos, no interior das estufas. Estas observações foram feitas com o intuito de perceber melhor a importância destes insetos na extração de néctar e na polinização. Foi usada uma máquina fotográfica que captou fotografias das flores e das abelhas. Posteriormente, na segunda campanha (Outono) foram constituídas quatro colónias com a orientação do consultor apícola da Hubel (Jean-Pierre Lhérété) numa operação delicada em que foram pesadas as abelhas de cada colónia, assim como foram medidas as áreas de criação de abelhas de cada quadro colocado nas novas colónias. Nesta operação as abelhas de interior ( $2/3$  das abelhas existentes numa colónia) foram colocadas dentro de uma caixa em cima de uma balança. Foram medidas as áreas de criação em cada quadro de cada colónia. As abelhas e os seu quadros de criação foram assim usados para constituir “super-colmeias” (colmeias mais compridas, em que cabem 20 quadros em vez de 10) que foram instaladas dentro das estufas de nova geração da Fazenda Nova. As colónias instaladas pertenciam a diferentes linhagens. Uma foi constituída com abelhas da subespécie Italiana; *Apis mellifera ligústica*. A segunda foi constituída com abelhas desenvolvidas desde

1986 na ilha da Graciosa, Açores, híbridas da caucasiana (*Apis mellifera caucasica*) com ibérica (*Apis mellifera iberiensis*). Não se trata, portanto, aqui de uma subespécie, mas sim de uma raça híbrida desenvolvida pelo Homem. Esta colónia híbrida será neste trabalho designada por “Graciosa”, que é o nome que o apicultor que a selecionou (Jean-Pierre Lhérété) lhe deu. As duas últimas colmeias foram constituídas por abelhas da subespécie autóctone ibérica (*Apis mellifera iberiensis*) uma com e outra sem abelha mestra. A quantidade de abelhas, assim como a área de criação, foram equiparadas, na medida do possível, apesar da delicadeza e grau de complexidade de tal operação. Estas colónias foram depois posicionadas a 2 metros de altura, dentro das estufas (ver Figura 6), em cima de balanças e foram registados os pesos diariamente a seguir ao pôr do sol, durante 35 dias, assim como observado o seu desenvolvimento.

Colocaram-se colónias em duas situações na Fazenda Nova (Figura 6), nas parcelas em estudo:

1) No exterior da estufa, mas com acesso às flores no interior das estufas:

- a. Localização (em relação à estrutura) – à volta das 6 baterias de estufas
- b. Número de colónias utilizadas – 44
- c. Distância (em relação à estrutura) – 2 a 3 metros fora da estrutura
- d. Espécie - *Apis mellifera iberiensis*

2) No interior da estufa:

- a. Localização (em relação à estrutura) – dentro de uma das baterias
- b. Número de colónias utilizadas – 4 “super-colmeias”
- c. Distância (em relação à estrutura) – Elevadas a 2 metros de altura dentro de uma das baterias de estufas
- d. Subespécies - *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera iberiensis*, e híbrida de *Apis mellifera caucasica* com *Apis mellifera iberiensis*



Figura 7- Colmeias normais (esq.) e “super-colmeias” (dir.)



**Figura 8- Super-colmeia no interior da estufa**

#### 4.4. Estados fenológicos da flor de framboesa

Foi elaborada uma lista de 10 estados fenológicos durante a fase de floração até à frutificação. Neste estudo foram considerados os seguintes estados fenológicos da framboesa:

1- Botão floral fechado - Estádio E do CTIFL (Edin, et al., 1999)



2- Botão floral aberto com pétalas fechadas - Estádio E2 do CTIFL (Edin, et al., 1999)



3- Pétalas começam a abrir - Estádio F do CTIFL (Edin, et al., 1999)



Figura 9- Estados fenológicos dos órgãos generativos de framboesa.

4- Flor completamente aberta



5- Pétalas começam a secar e algumas ou todas caem - Estádio G do CTIFL (Edin, et al., 1999)



6- Anteras começam a secar a sua cor escurece - Estádio H do CTIFL (Edin, et al., 1999)

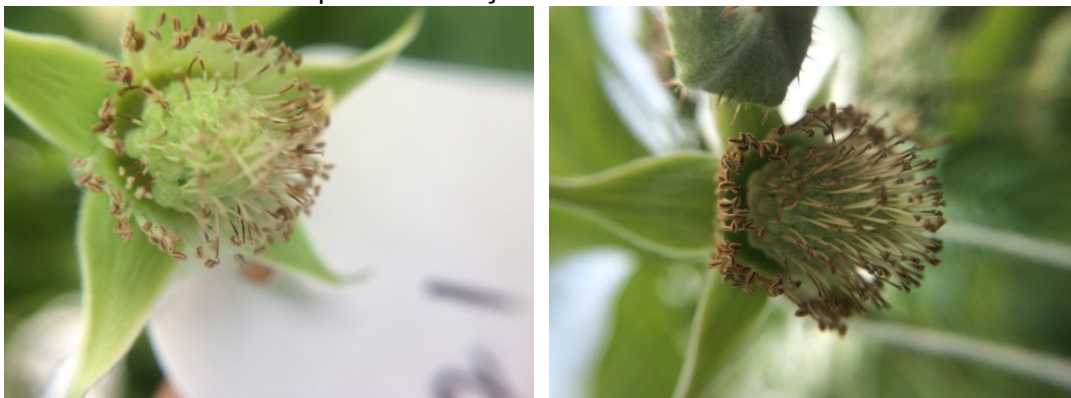


Figura 9- Estados fenológicos dos órgãos generativos de framboesa. (continuação)

7- Estigmas secam e a sua cor escurece - Estádio I do CTIFL (Edin, et al., 1999)



8- Drupéolas começam a ser visíveis a olho nu



9- Crescimento das drupéolas



Figura 9- Estados fenológicos dos órgãos generativos de framboesa. (continuação)

**10-** Drupéolas desenvolvidas; diâmetro do fruto é cerca de metade do diâmetro final. Fruto com diâmetro mínimo de 12 mm



**Figura 9- Estados fenológicos dos órgãos generativos de framboesa. (continuação)**

## 4.5. Observações realizadas

O estudo compreende observações e o levantamento de dados de produção de néctar em mais de quatro centenas de flores durante o período de floração das plantas. Para conduzir estas observações foram usados microtubos para extrair o néctar das flores e assim determinar a quantidade produzida em cada flor. Cada milímetro de néctar recolhido dentro dos microtubos corresponde a um microlitro ( $\mu\text{l}$ ). Com a ajuda de uma régua milimétrica, foi medida a quantidade de néctar presente nas flores. Estes dados foram sendo apontados em simultâneo com a cultivar, o estado fenológico, a data e hora, e a temperatura.

Parte das flores foram cobertas com uma rede fina (Figura 10) para que os insetos, em especial as abelhas e os abelhões, não pudessem extrair néctar, no intuito de observar e calcular o valor real de néctar produzido por estas cultivares de framboesa e também para verificar a importância destes insetos enquanto extratores de néctar. As restantes flores ficaram descobertas para não interferir no trabalho normal dos insetos e facilitar a comparação entre as flores cobertas e descobertas e também para poder avaliar o trabalho das abelhas na polinização das flores.

A avaliação do desempenho das abelhas iniciou-se na primavera através da observação do seu comportamento no interior das estufas, quando as colmeias estavam posicionadas fora destas estruturas. No outono continuou-se esta ação com a colocação das colónias na parte de dentro das estufas. Do acompanhamento da atividade das abelhas nas duas situações determinou-se a quantidade de néctar que elas extraem diariamente e também se avaliou a evolução do estado das colónias. Para além do levantamento desses dados, também foi

observado o comportamento das abelhas e cronometrado o tempo que demoram em tirar o néctar de cada flor.

#### 4.5.1. Ciclos de observações

Este estudo foi constituído por cinco ciclos de observações nas estufas de produção de framboesa.

Ciclos de observações (2017)	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Primeiro ciclo	13-24								
Segundo ciclo		4-8							
Terceiro ciclo		12-22							
Quarto ciclo								6, 11, 13, 18 e 27	7, 10, 15, 24 e 29
Quinto ciclo	13								29

##### *Primeiro ciclo*

O primeiro ciclo de observações decorreu na Quinta da Penha entre 13 e 24 de março de 2017. Incluiu o levantamento de dados sobre flores exclusivamente da cultivar A. Neste ciclo de observações foram acompanhadas cinquenta flores (metade cobertas e a outra metade descobertas) etiquetadas durante os estados fenológicos de início da floração até ao início do vingamento dos frutos, durante a primavera. Estas observações foram realizadas durante onze dias com uma periodicidade de duas horas, durante o dia, das oito horas da manhã até às seis horas da tarde. Em cada uma destas observações foram também recolhidos dados sobre a temperatura ambiente no local da amostragem.

##### *Segundo ciclo*

O segundo ciclo de observações decorreu na Quinta da Fazenda Nova entre 4 e 8 de abril de 2017. Incluiu o levantamento de dados sobre flores de duas cultivares diferentes A e B, durante a primavera. Este ciclo consistiu em observações de cinquenta flores etiquetadas, entre os estados fenológicos de início da floração até ao início do vingamento dos frutos, uma parte das flores cobertas e outra, descobertas. Estas observações foram feitas durante quatro dias, de duas em duas horas, durante o dia, das oito horas da manhã até às oito horas da tarde.



Figura 10- Flores etiquetadas e cobertas com sacos de rede fina com fecho.

### *Terceiro ciclo*

O terceiro ciclo de observações decorreu na Quinta da Fazenda Nova entre 12 e 22 de abril de 2017. Incluiu o levantamento de dados sobre flores exclusivamente da cultivar B, durante a primavera. Este ciclo de observações corresponde ao levantamento de dados de 117 flores somente nos estados fenológicos em que as flores produzem mais néctar (3-7). Todas as flores foram etiquetadas, 59 cobertas e 58 descobertas. As flores classificadas como cobertas foram introduzidas num saco de rede quando ainda se encontravam no estado fenológico 2, portanto, antes da abertura da flor. Este ciclo de observações realizou-se inicialmente com todas as flores no mesmo estado fenológico 3, depois do estado de botão floral e logo a seguir à abertura das sépalas, quando elas já apresentam sinais de secreção de néctar, e a sua evolução foi monitorizada até quando as drupéolas começaram a ser visíveis a olho nu (estado fenológico 8). Os dados foram recolhidos diariamente, durante 10 dias, de duas horas e meia em duas horas e meia, desde as sete horas da manhã até às sete horas da tarde.

### *Quarto ciclo*

O quarto ciclo de observações decorreu na Quinta da Penha entre 6 de outubro e 29 de novembro de 2017. incluiu o levantamento de dados sobre 230 flores, exclusivamente da cultivar A, durante o outono. Todas as flores foram cobertas e etiquetadas. Este ciclo de observações foi iniciado com todas as flores no estado fenológico 2, pouco antes da abertura das pétalas, quando elas já apresentam sinais de abertura da flor, e a sua evolução foi monitorizada até ao final do dia, altura em que as flores já estavam completamente abertas (estado fenológico 4). Desta forma, procurou-se acompanhar as flores durante os estados fenológicos em que ocorre a

secreção de néctar mais significativa, conforme verificado nos ciclos anteriores. Este ciclo distingue-se temporalmente dos outros, porque acompanha as flores durante um dia de cada vez, em 10 dias distintos entre as datas indicadas.

### ***Quinto ciclo***

O quinto ciclo foi abrangente e sobrepôs-se temporalmente aos outros, decorreu o princípio do primeiro ciclo a 13 de março de 2017 até ao final do quarto ciclo a 29 de novembro de 2017. Inclui observações sobre as colónias de abelhas, as abelhas, e os abelhões. Foram feitas observações e tiradas fotografias sobre colónias de abelhas e abelhas individualmente, tanto dentro como fora das estufas. Para além disso, foram constituídas quatro colónias de abelhas, uma com abelhas Italianas (*Apis mellifera ligustica*), a segunda com abelhas da Graciosa (híbrida de caucasiana com ibérica) e a terceira e quarta foram constituídas com abelhas Ibéricas (*Apis mellifera iberiensis*). Uma destas duas últimas colónias de abelhas autóctones foi constituída sem abelha mestra, com um dispositivo contendo feromonas para as abelhas continuarem a trabalhar normalmente. Estas colónias foram equiparadas, na medida do possível, em peso de abelhas, área de criação, e peso das colmeias e dos quadros nelas inseridos. Estas quatro colmeias foram inseridas no interior das estufas em quatro pontos distintos da mesma bateria de estufas na Quinta da Fazenda Nova, elevadas a 2 metros de altura, cada uma em cima de uma balança. Durante 35 dias, desde 05/10/2017 até 08/11/2017 foram observados e recolhidos os dados referentes aos seus pesos, todos os dias à mesma hora (pôr do sol).

## **4.6. Tratamento estatístico dos dados**

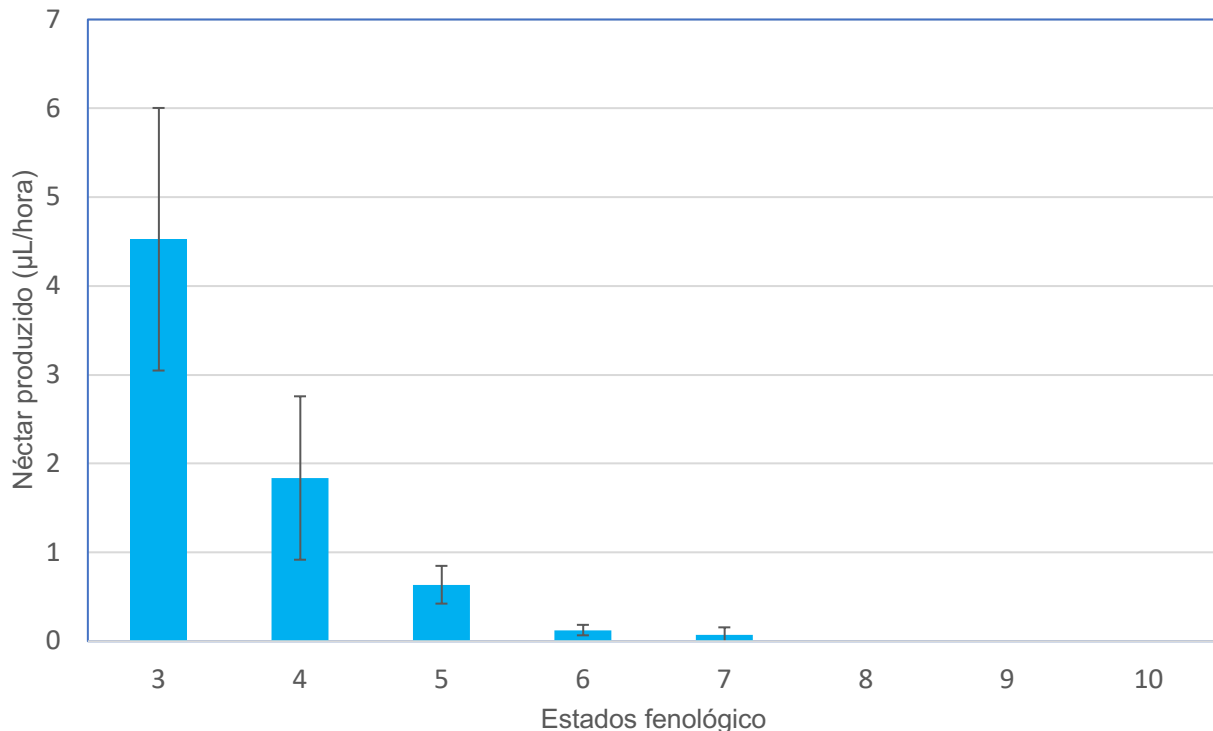
Para a análise estatística dos dados utilizou-se o programa Microsoft Excel. Foram calculadas as médias e respetivos desvios padrões. Foi também realizado um teste qui-quadrado para determinar a significância estatística nos dados de percentagem de flores contendo néctar.

## **5. Resultados e Discussão**



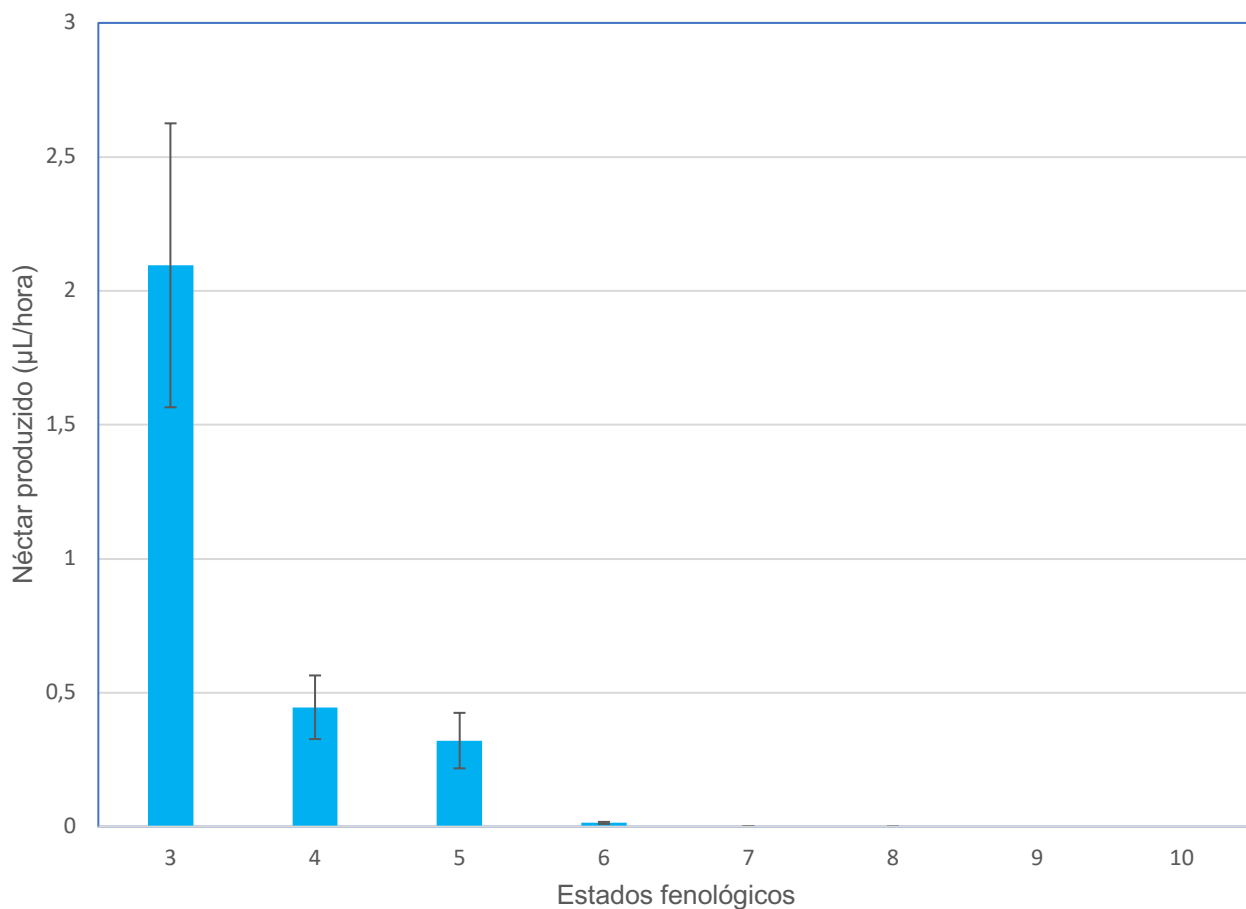
## 5.1. Produção de néctar em diferentes estados fenológicos

Este primeiro gráfico (Figura 11) resulta dos dados recolhidos no primeiro ciclo de observações, na cultivar A da Quinta da Penha, e representa a média de produção de néctar ( $\mu\text{L}/\text{hora}$ ) em 25 flores ao longo dos diversos estados fenológicos. No estado fenológico 2, quando a flor ainda não se encontrava totalmente aberta foram encontradas quantidades residuais de néctar. No entanto, neste estado foi precipitado colher néctar da flor, pois em muitos dos casos em que se procedeu à sua recolha, as flores ficaram danificadas e, em alguns casos, abortaram. Por essa razão deixou-se de colher néctar nesse estado fenológico e as medições passaram a ser feitas a partir do estado fenológico 3.



**Figura 11- Produção média de néctar por flor por hora, em diferentes estados fenológicos. Primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A.**

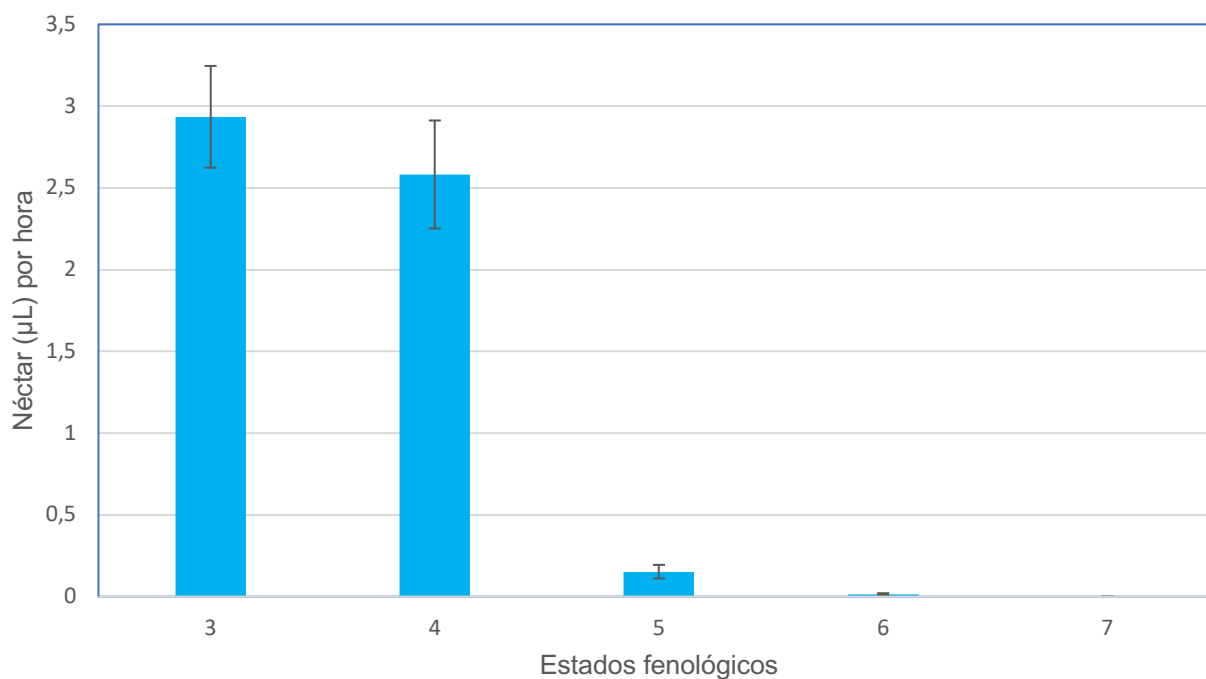
Na Figura 11, podemos ver que a produção de néctar é mais significativa no estado fenológico 3, diminuindo progressivamente nos estados fenológicos seguintes. Nos estados 6 e 7 a produção de néctar é residual. Nos estados 8, 9 e 10 não registámos qualquer produção de néctar neste ciclo de observações.



**Figura 12- Produção média de néctar por flor por hora, em diferentes estados fenológicos. Segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivares A e B.**

No segundo ciclo de observações representado na Figura 12, foram colhidas quantidades de néctar menores do que nos outros ciclos. No entanto o facto de haver uma produção de néctar mais significativa no estado fenológico 3, diminuindo progressivamente nos estados fenológicos seguintes e não havendo nos estados 8, 9 e 10 qualquer produção de néctar indica uma tendência recorrente nas observações.

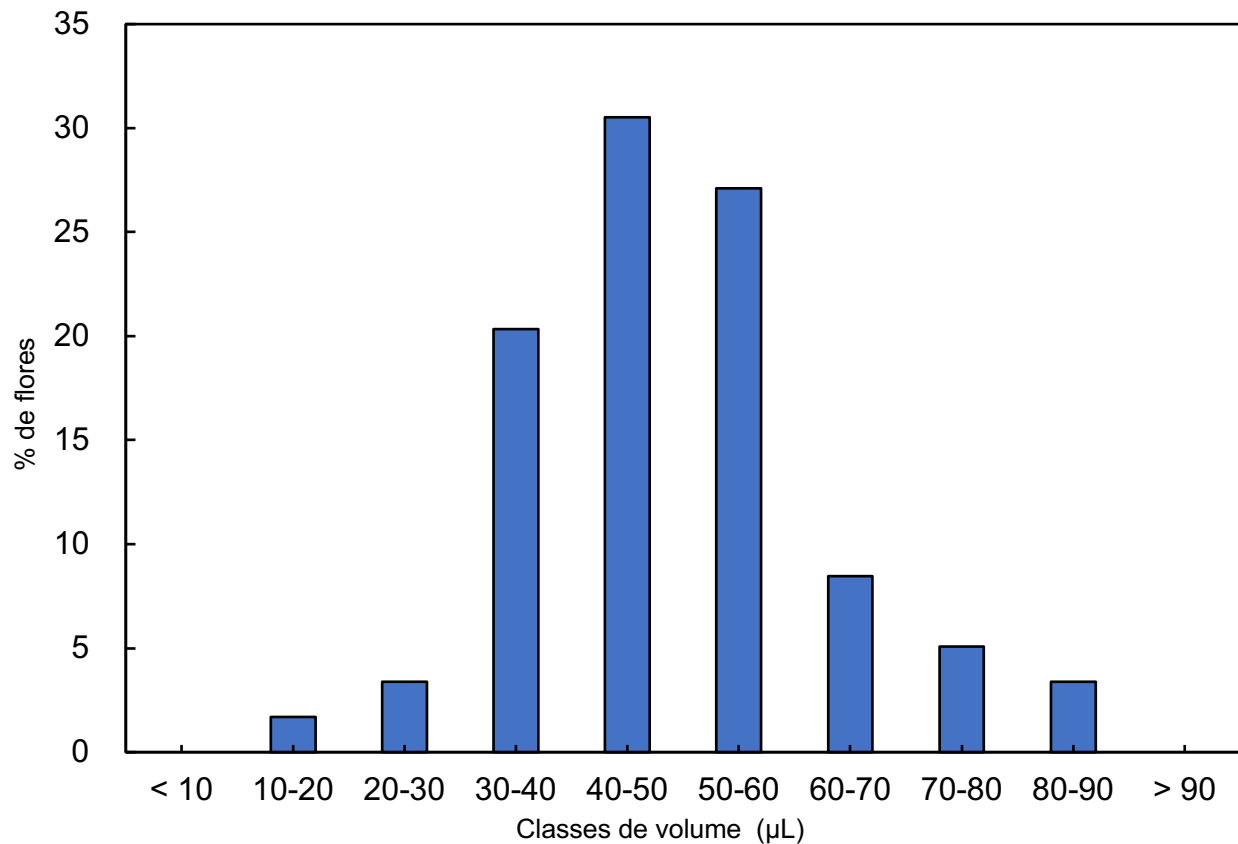
Na Figura 13 podemos visualizar os resultados verificados no terceiro ciclo de observações. Ainda relativo à produção de néctar medida por hora pode-se confirmar a tendência de que no estado fenológico 3 existe uma maior produção de néctar por parte das flores, e que no estado 4 a presença de néctar diminui ligeiramente (embora a diferença não seja estatisticamente significativa), baixando substancialmente nos estados seguintes (5 e 6).



**Figura 13- Produção média de néctar por flor por hora, em diferentes estados fenológicos. Terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B.**

## 5.2. Volume total de néctar produzido por flor.

No gráfico da Figura 14 são apresentados os dados recolhidos no terceiro ciclo de observações, em que foi acompanhada a produção de néctar em mais de 50 flores da cultivar B, cobertas com uma rede, para evitar as visitas de insetos.



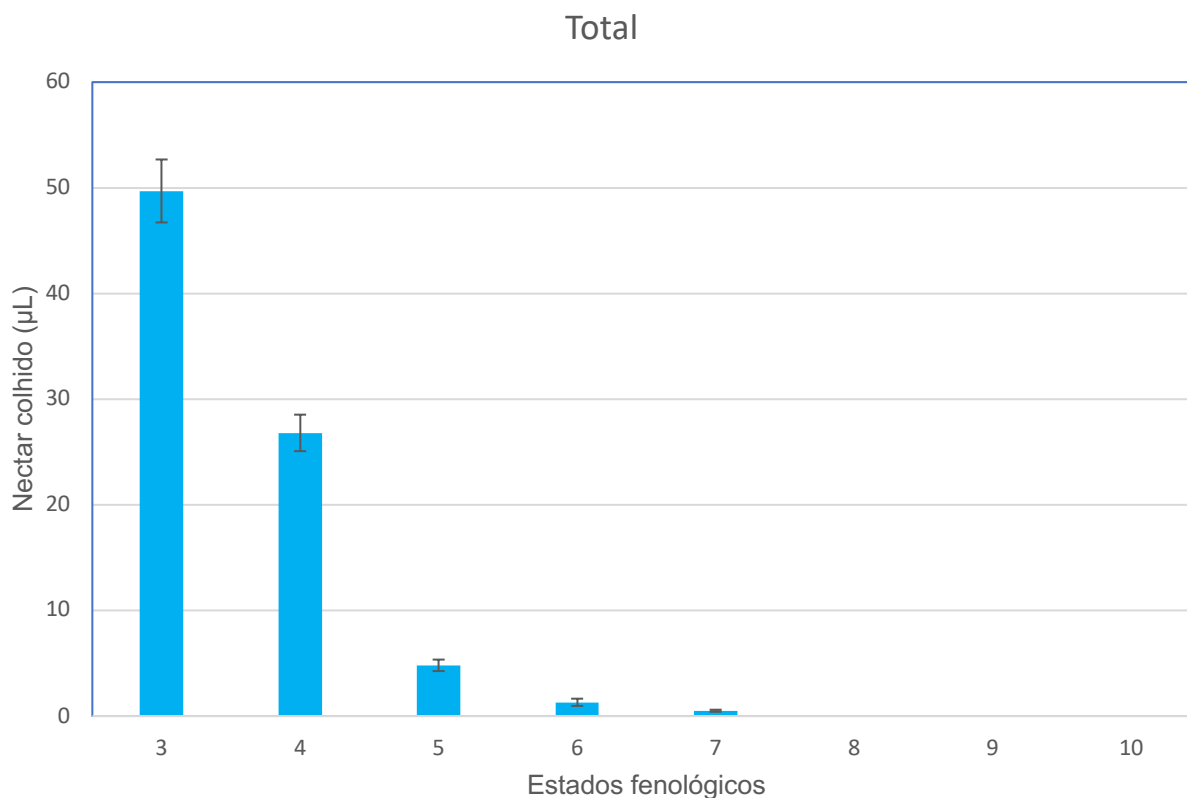
**Figura 14- Medida de dispersão de dados relativos às classes de volume de néctar produzidas pelas flores entre os estados fenológicos 3 e 7. Determinado no terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B.**

Este gráfico representa o valor da dispersão de volume total de néctar por flores. Estão aqui apresentadas as variações dos volumes de néctar encontrados em cada uma das flores no período em que estas se encontravam entre os estados fenológicos 3 e 7. Foi verificado que o mínimo volume de néctar encontrado numa flor foi de 10 µl e o máximo de 90 µl, enquanto a média total foi de 50 µl. Este gráfico manifesta com bastante precisão uma curva de Gauss, revelando uma distribuição normal dos resultados obtidos.

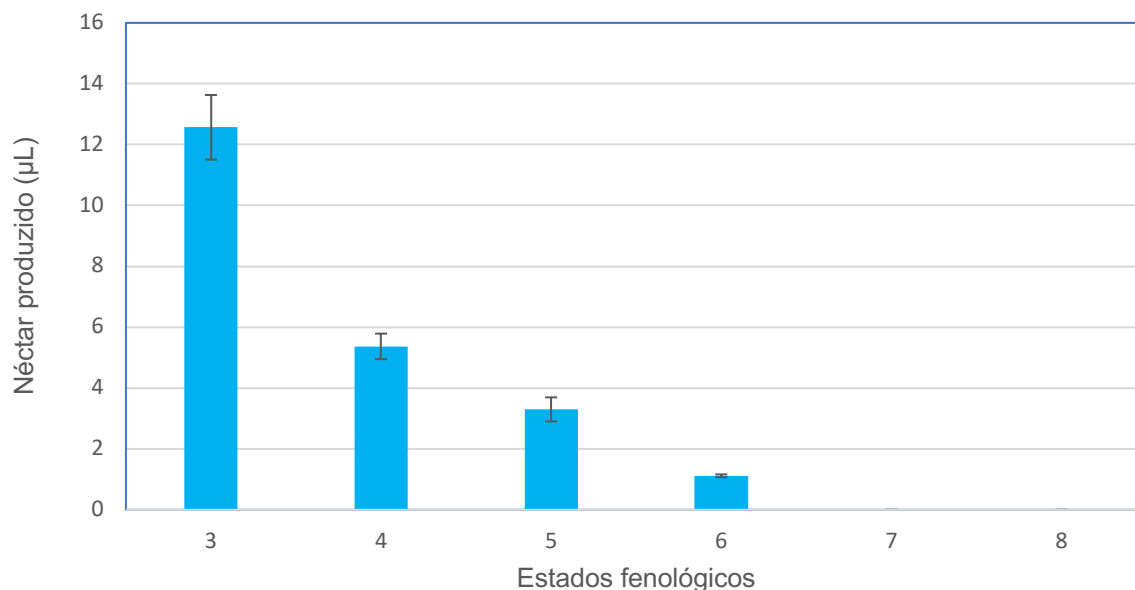
### 5.3. Volume de néctar produzido em diferentes estados fenológicos

#### 5.3.1. Presença de néctar por estado fenológico

Na Figura 15, assim como nos dois gráficos seguintes, são apresentadas as médias, em flores cobertas, de produção total de néctar por cada flor, em cada estado fenológico.

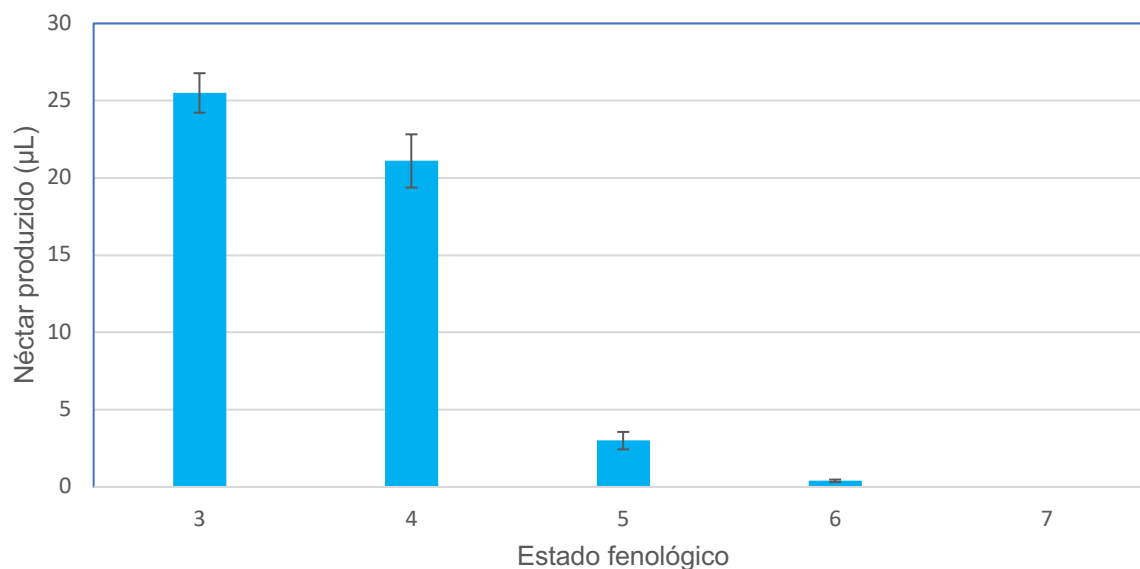


**Figura 15- Volume de néctar recolhido segundo o estado fenológico das flores. Primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A.**



**Figura 16- Volume de néctar recolhido segundo o estado fenológico das flores. Segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivares A e B.**

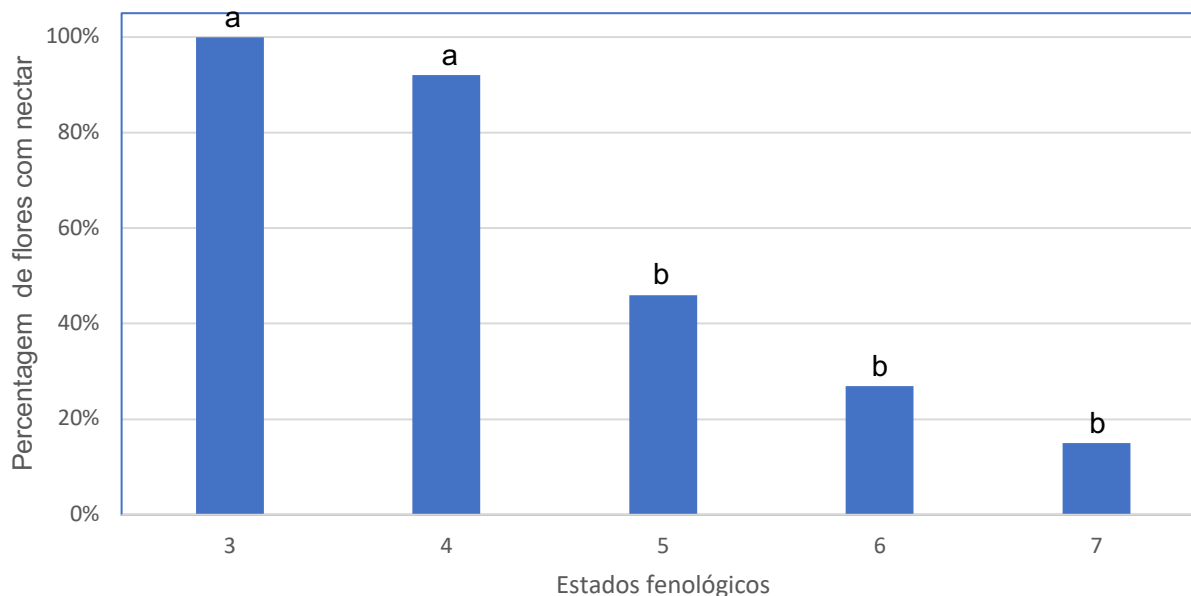
No ponto anterior vimos que o ritmo de secreção de néctar é mais intenso no estado fenológico 3 e vai decrescendo nos estados seguintes. Nos gráficos a seguir confirma-se essa observação. Podemos verificar que durante o estado fenológico 3 a flor produz uma maior quantidade de néctar e que este valor diminui progressivamente nos seguintes estados.



**Figura 17- Volume de néctar recolhido segundo o estado fenológico das flores. Terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B.**

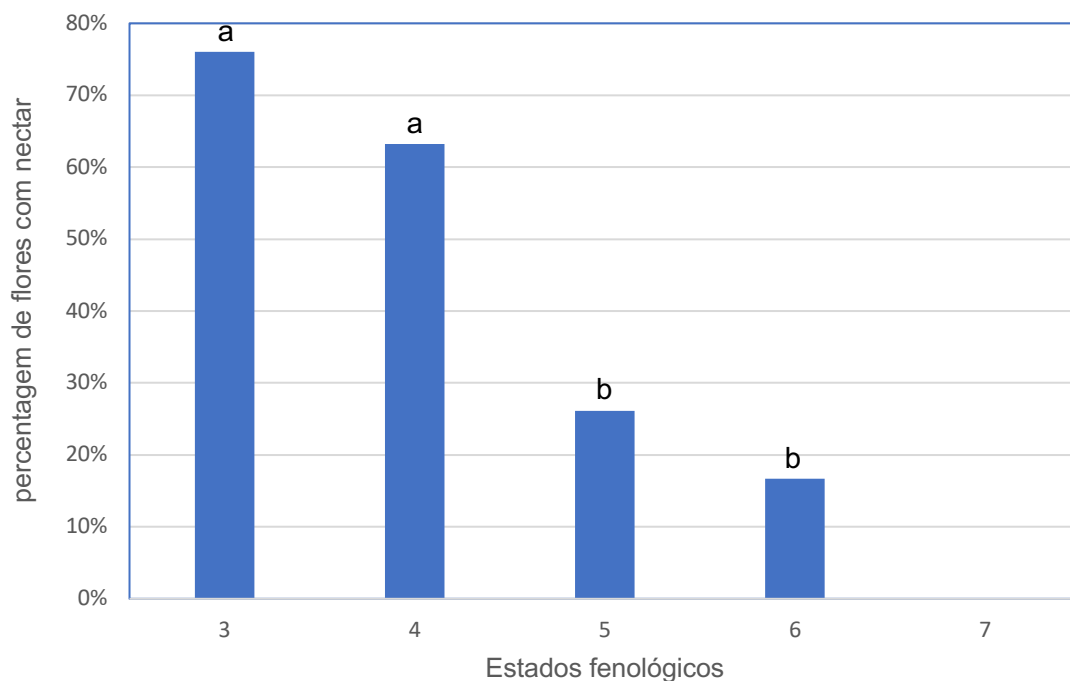
### 5.3.2. Percentagem de flores com néctar por estado fenológico

Nesta secção são apresentadas as percentagens da presença de néctar em cada estado fenológico. Estes gráficos foram criados com o objetivo de perceber melhor as variações de produção de néctar entre cada um dos estados fenológicos.



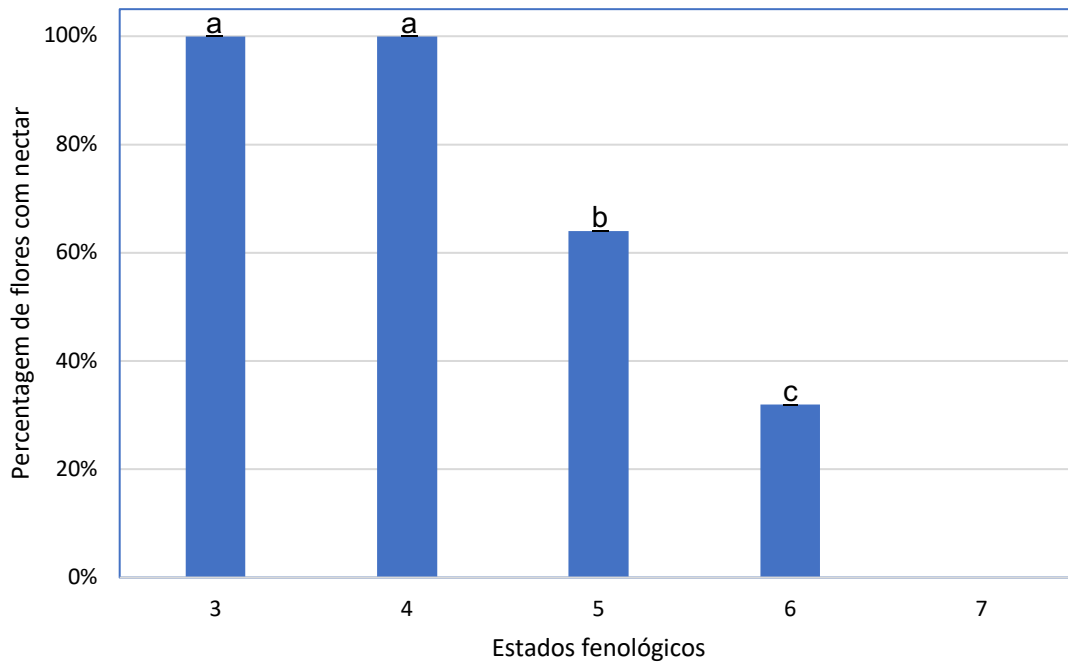
**Figura 18- Percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Determinado no primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A. Colunas com a mesma letra não apresentam diferenças significativas para  $p < 5\%$ .**

Foi possível perceber rapidamente a tendência decrescente entre o estado fenológico 3, onde a percentagem de flores que apresentam néctar é de 100%, e o sétimo estado fenológico, onde a presença de néctar começa a ser escassa. Para estes gráficos de informação binária (Figura 18, 19 e 20), fizemos um teste qui-quadrado no sentido de determinar a significância das diferenças entre as médias de percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Este teste permitiu-nos verificar que as diferenças entre os estados fenológicos 3 e 4, por um lado, e os estados 5, 6 e 7, por outro, são estatisticamente significativas. Não há diferenças estatisticamente significativas entre as percentagens de flores com néctar nos estados 3 e 4, nem entre os estados 5, 6 e 7.



**Figura 19- Percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivares A e B. Colunas com a mesma letra não apresentam diferenças significativas para  $p < 5\%$ .**

Este gráfico (Figura 19) resultou dos dados obtidos no segundo ciclo de observações, e representa dados colhidos em duas cultivares (A e B). Esta figura representa a percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Pode-se verificar que é a partir da abertura das pétalas (estado fenológico 3) que se pode medir a maior percentagem de flores com néctar. No entanto também ainda existe uma secreção de néctar significativa até ao momento em que as pétalas começam a secar (estado fenológico 5). A partir de aí a percentagem de flores com presença de néctar é escassa.

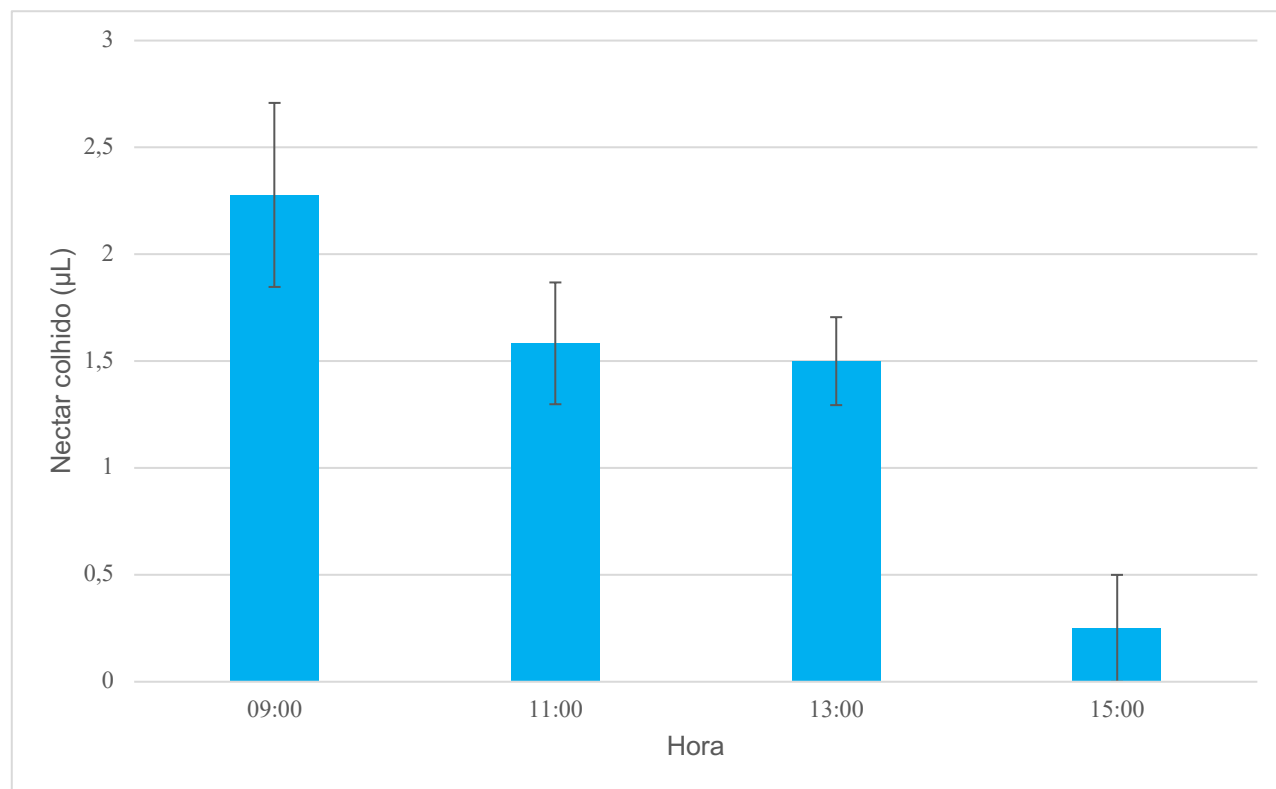


**Figura 20- Percentagem de flores com néctar em cada estado fenológico. Terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B. Colunas com a mesma letra não apresentam diferenças significativas para  $p < 5\%$ .**

Nos dados recolhidos no terceiro ciclo de observações, apresentados na Figura 20, voltamos a ter uma percentagem de flores com presença de néctar de 100% no estado fenológico 3, mas também no estado fenológico 4. Neste ciclo de observações a percentagem de flores com néctar ainda é elevada nos estados 5 e 6. Este foi dos três primeiros ciclos, aquele em que foram observadas mais flores. O teste qui-quadrado demonstrou que neste gráfico existe uma diferença estatisticamente significativa entre os estados em que as colunas têm letras diferentes (a, b e c). Sendo assim podemos concluir que entre o estado 3 e 4 não há diferenças significativas, no entanto, existe uma diferença significativa entre estes para com o estado fenológico 5 (b) e também desses todos para com o estado 6(c).

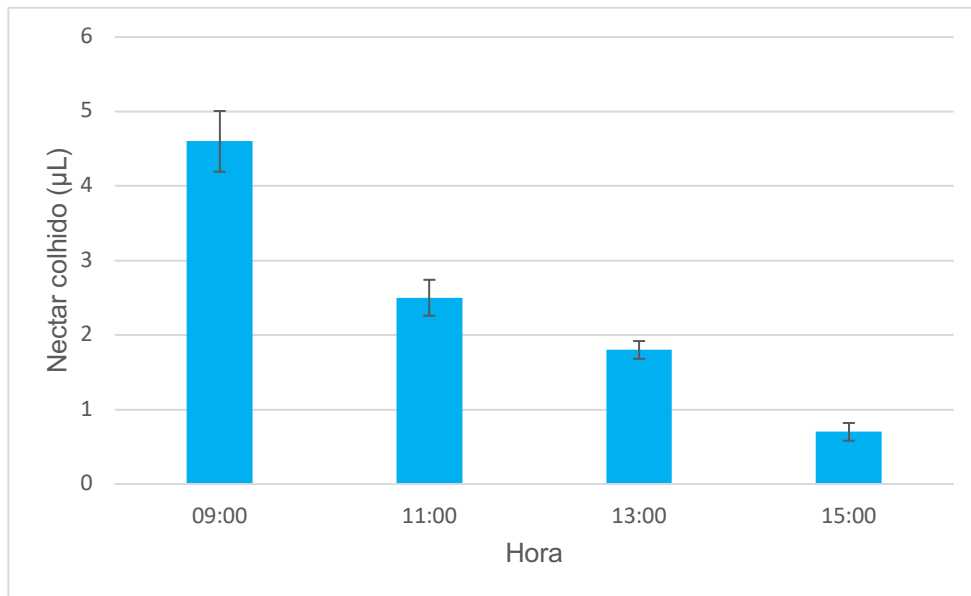
## 5.4. Produção de néctar ao longo do dia

Neste ponto procurou-se determinar as diferenças de produção de néctar durante o dia, tendo como objetivo perceber melhor as variações entre a manhã e a tarde.



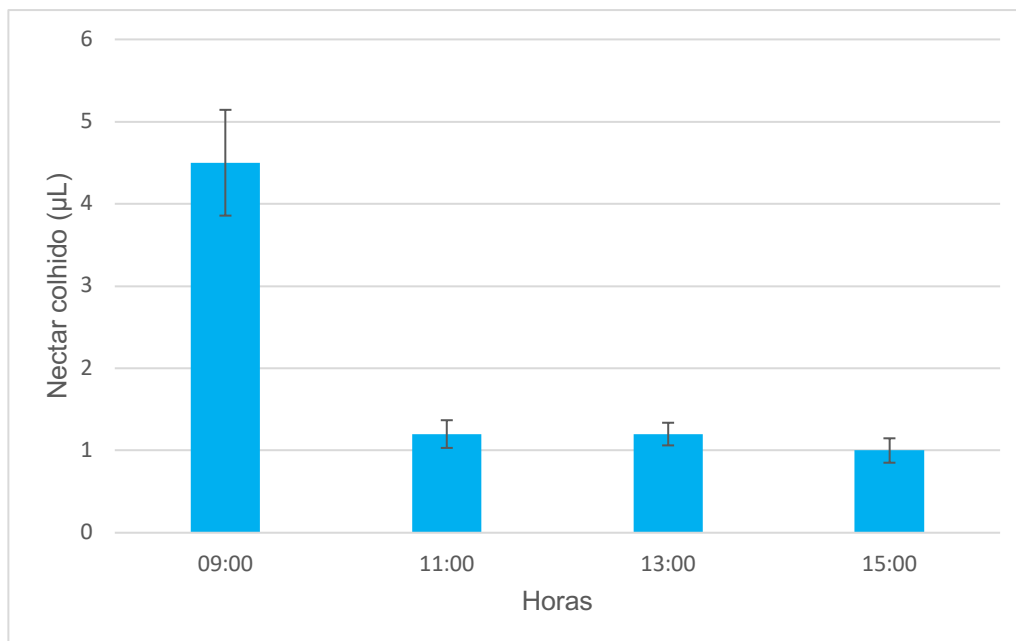
**Figura 21- Produção média de néctar das flores no segundo estado fenológico, por flor a uma dada hora. Quarto ciclo de observações (6 de outubro a 29 de novembro de 2017, Quinta da Penha), cultivar A.**

Na Figura 21 é apresentada a média de produção de néctar a uma dada hora. Podemos verificar que foi colhido mais néctar nas primeiras horas da manhã, e que esta quantidade foi diminuindo ao longo do dia. Estes dados, muito provavelmente, também são influenciados pela humidade relativa, como foi explicado pela consulta bibliográfica do tema em questão. Existe uma maior quantidade de néctar em alturas em que a humidade relativa é maior o que acontece, normalmente, nas primeiras horas da manhã. No entanto, o néctar será menos rico em açúcares quando a percentagem de humidade é maior na sua constituição, verificando-se o oposto quando se torna menos aquosa.

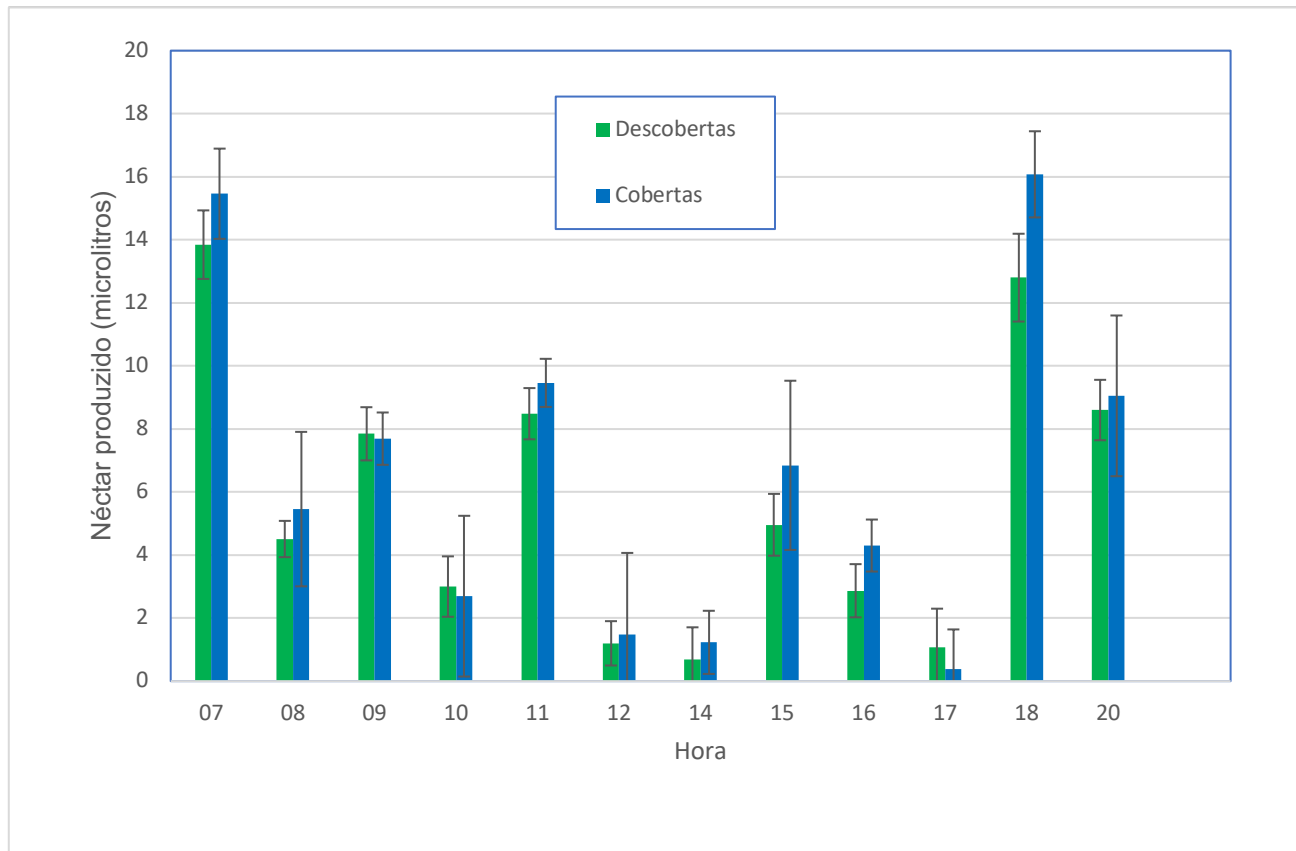


**Figura 22- Produção média de néctar das flores no terceiro estado fenológico por flor a uma dada hora. Quarto ciclo de observações (6 de outubro a 29 de novembro de 2017, Quinta da Penha), cultivar A.**

Na Figura 22 e na Figura 23 voltamos a verificar o mesmo, uma média de produção de néctar mais significativa às 09:00 horas e progressivamente diminuto até às 15:00 horas.



**Figura 23- Produção média de néctar das flores no quarto estado fenológico, por flor a uma dada hora. Quarto ciclo de observações (6 de outubro a 29 de novembro de 2017, Quinta da Penha), cultivar A.**

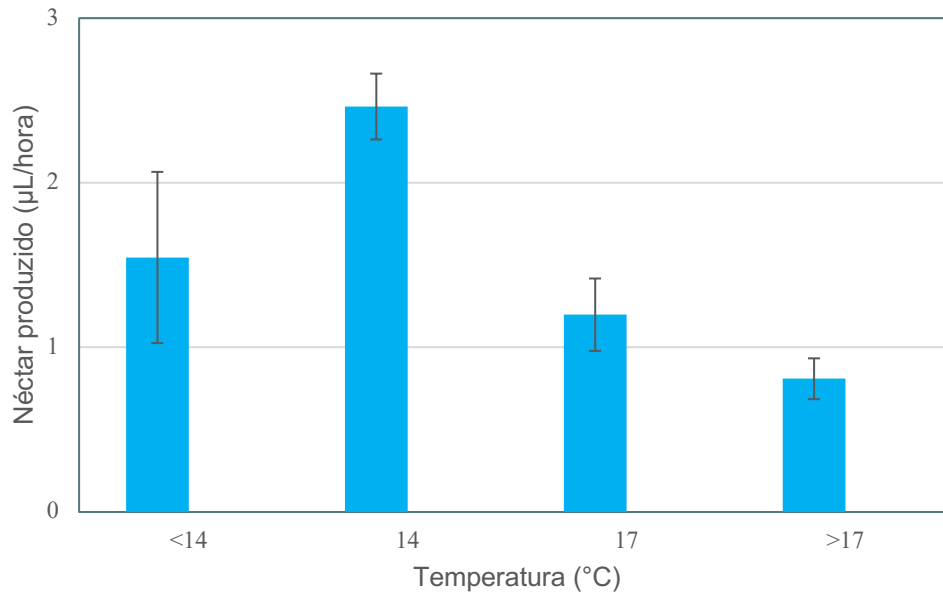


**Figura 24- Valor médio do volume de néctar recolhido à hora indicada, ao longo do dia, em flores coberta e descobertas. Determinado no terceiro ciclo de observações (12 a 22 de abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova), cultivar B.**

Este gráfico (Figura 24) resulta de dados recolhidos no terceiro ciclo de observações, e é representativo das quantidades de néctar medidas ao longo do dia. Pôde-se verificar que houve mais néctar nas primeiras e últimas horas do dia. A altura em que se encontrou mais néctar foi de manhã, até ao meio-dia, depois há uma descida substancial do volume de néctar presente nas flores durante as horas de maior calor. Isto pode dever-se a vários fatores, mas principalmente, ao facto de a humidade relativa ser mais elevada durante a manhã e ao final do dia. Isso fez com que o néctar seja mais líquido e apresente quantidades maiores a essas horas. Neste gráfico já se pode apreciar o que provavelmente é o resultado do trabalho das abelhas, ao constatar que às 18 horas foi medido menos néctar nas flores descobertas do que nas cobertas. Isto poderá ser devido á colheita de néctar pelas abelhas entre as observações para medir as quantidades desta substância. Nas outras horas do dia não se observaram diferenças estatisticamente significativas, talvez porque a retirada de néctar para determinação do seu volume foi muito frequente, não deixando tanto néctar disponível para ser retirado pelas abelhas.

## 5.5. Efeito da temperatura sobre a produção de néctar

No primeiro ciclo de observações, em flores da cultivar A, da Quinta da Penha, procurámos verificar se há relação entre a secreção de néctar e a temperatura ambiente. Na Figura 25 apresenta-se o volume de néctar produzido por hora, a diferentes temperaturas.



**Figura 25- Efeito de temperatura sobre produção de néctar: volume de néctar recolhido por hora, a diferente temperatura. Primeiro ciclo de observações (13 a 24 de abril de 2017, Quinta da Penha), cultivar A.**

Estes resultados foram determinados no primeiro ciclo de observações e comparam a produção de néctar a diferentes temperaturas. Pudemos determinar que a secreção de néctar a  $14^{\circ}\text{C}$  é mais do dobro da produção de néctar a  $17^{\circ}\text{C}$ . No entanto, nas outras medições de temperatura não se detetou um efeito significativo da temperatura sobre a produção de néctar. É muito provável que a humidade relativa no ar tenha um efeito ainda mais importante e significativo sobre a secreção de néctar pelas flores. No entanto, aqui já podemos constatar que existe mais néctar a temperaturas mais baixas. Apesar de isso poder estar relacionado com a humidade relativa, já é um indicativo dos efeitos atmosféricos da temperatura na secreção desta substância pelas flores. Apesar de se terem efetuado leituras de dados climáticos no interior e exterior das estufas nos locais onde decorreram os ensaios, Quinta da Penha e na Quinta da Fazenda Nova, e durante os mesmos, não foi possível utilizar nem trabalhar essa informação neste estudo uma vez que empresa Hubel Agrícola, detentora do equipamento e software específico utilizado para esse efeito, teve um problema ao nível informático perdendo esses dados sem forma de os poder

recuperar. Devido a esta situação houve alguns resultados que não foi possível comprovar, pelo que se sugere que tal seja efetuado em estudos posteriores.

## 5.6. Presença de néctar em cultivares distintas

Os dados da Figura 26 provêm do segundo ciclo de observações onde foram estudadas duas cultivares distintas simultaneamente. Podemos verificar aquilo que foi determinado nos outros gráficos, que a cultivar A apresenta padrões de secreção de néctar significativamente maiores do que a cultivar B. Este facto pode ser constatado sempre que forem comparados os resultados do primeiro ciclo (cultivar A) com os resultados obtidos no terceiro ciclo (cultivar B).

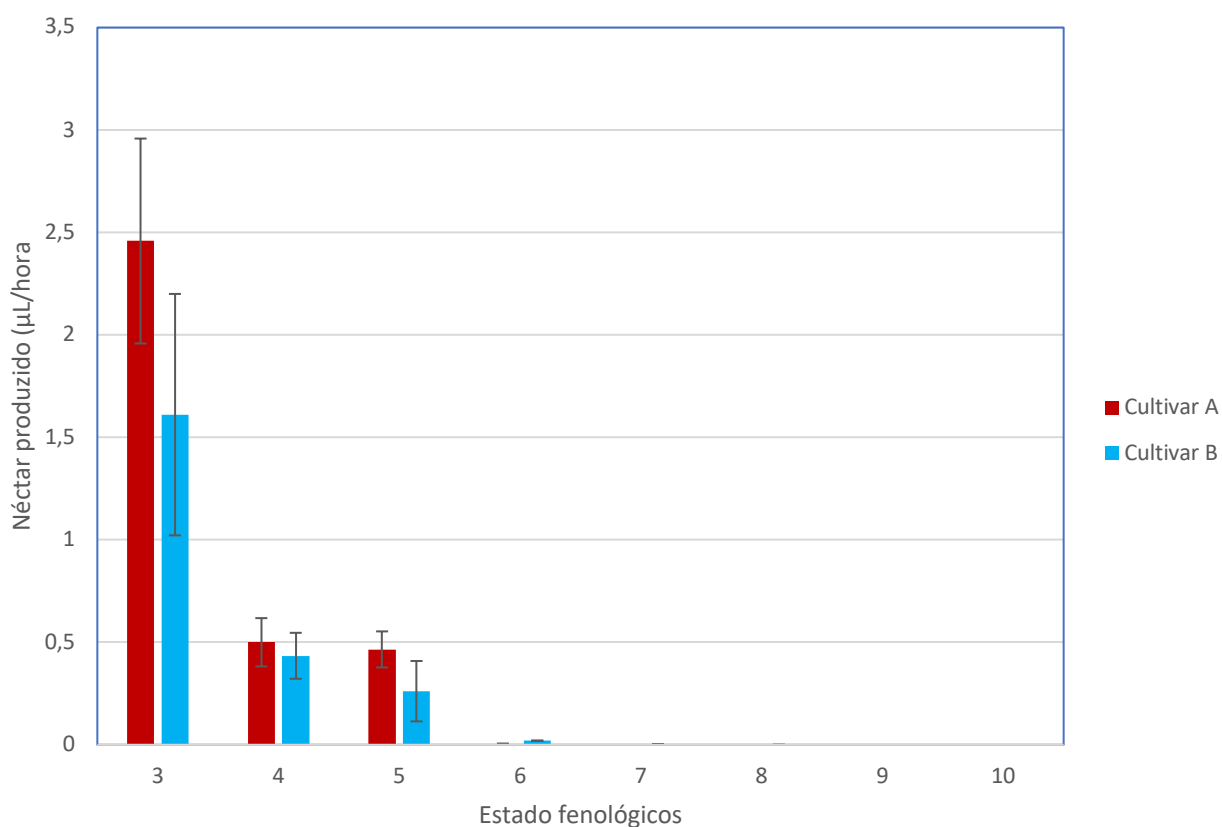
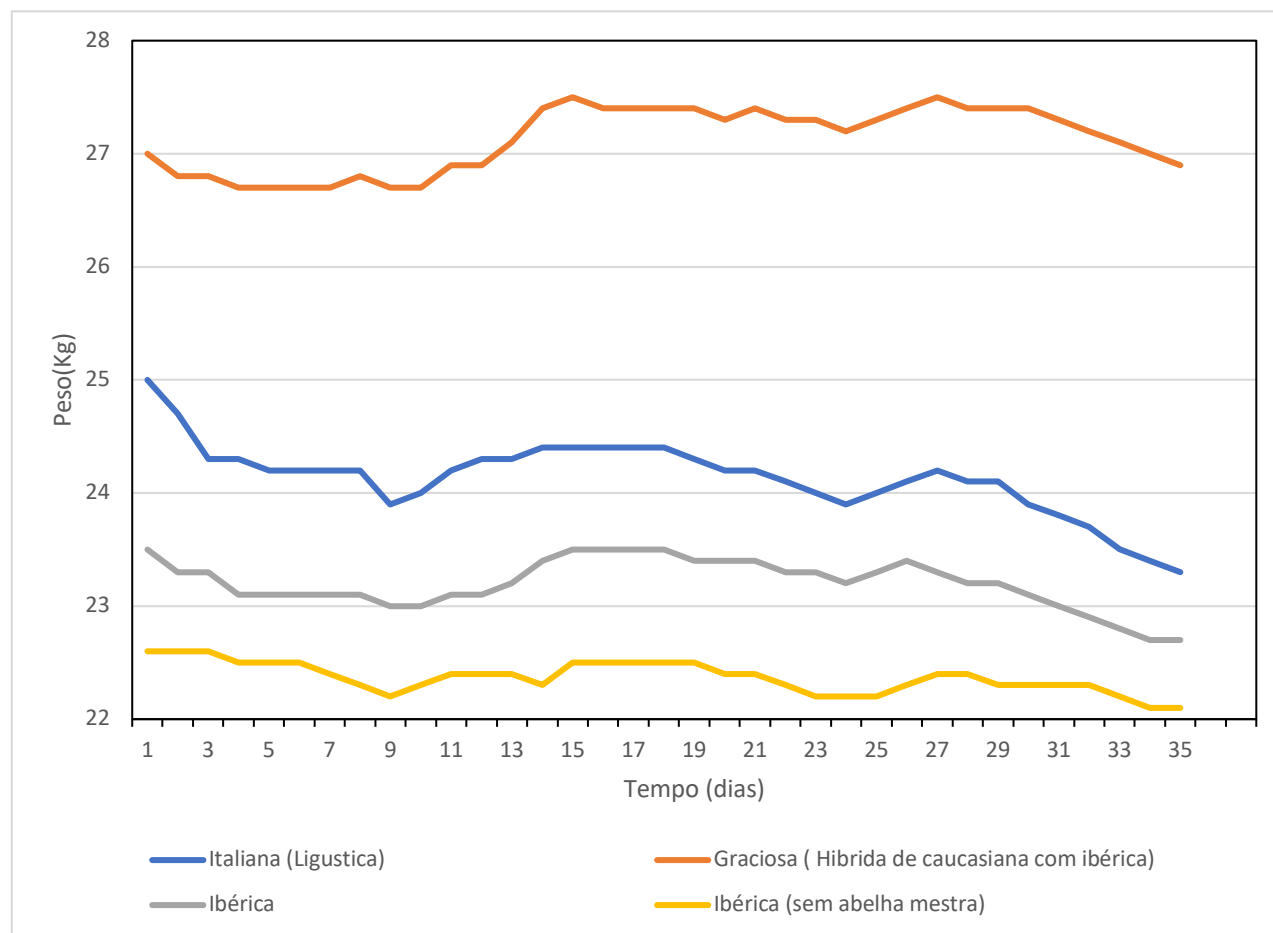


Figura 26- Volume de néctar recolhido por hora em flores em diferentes estados fenológicos, nas duas cultivares testadas (A e B). Segundo ciclo de observações (4 a 8 de Abril de 2017, Quinta da Fazenda Nova).

## 5.7. Evolução do peso das colmeias

### 5.7.1. Peso absoluto

A evolução do peso bruto das colmeias é um indicador da quantidade de néctar que as abelhas extraíram. Também é um indicador da quantidade de néctar que elas consomem. Com esta observação pretendeu-se verificar se ocorriam variações significativas no peso das colónias colocadas no interior das baterias de estufa de nova geração da Hubel. Os dados foram recolhidos diariamente de 05/10/2017 até 08/11/2017, perfazendo 35 dias. Paralelamente, acompanhou-se a atividade das abelhas nestas estruturas, a fim de recolher informação sobre a dinâmica desenvolvida por estes insetos em ambientes “artificiais”. Mediram-se as variações de desempenho das diferentes raças de abelhas em cada colónia que se encontravam em estudo.



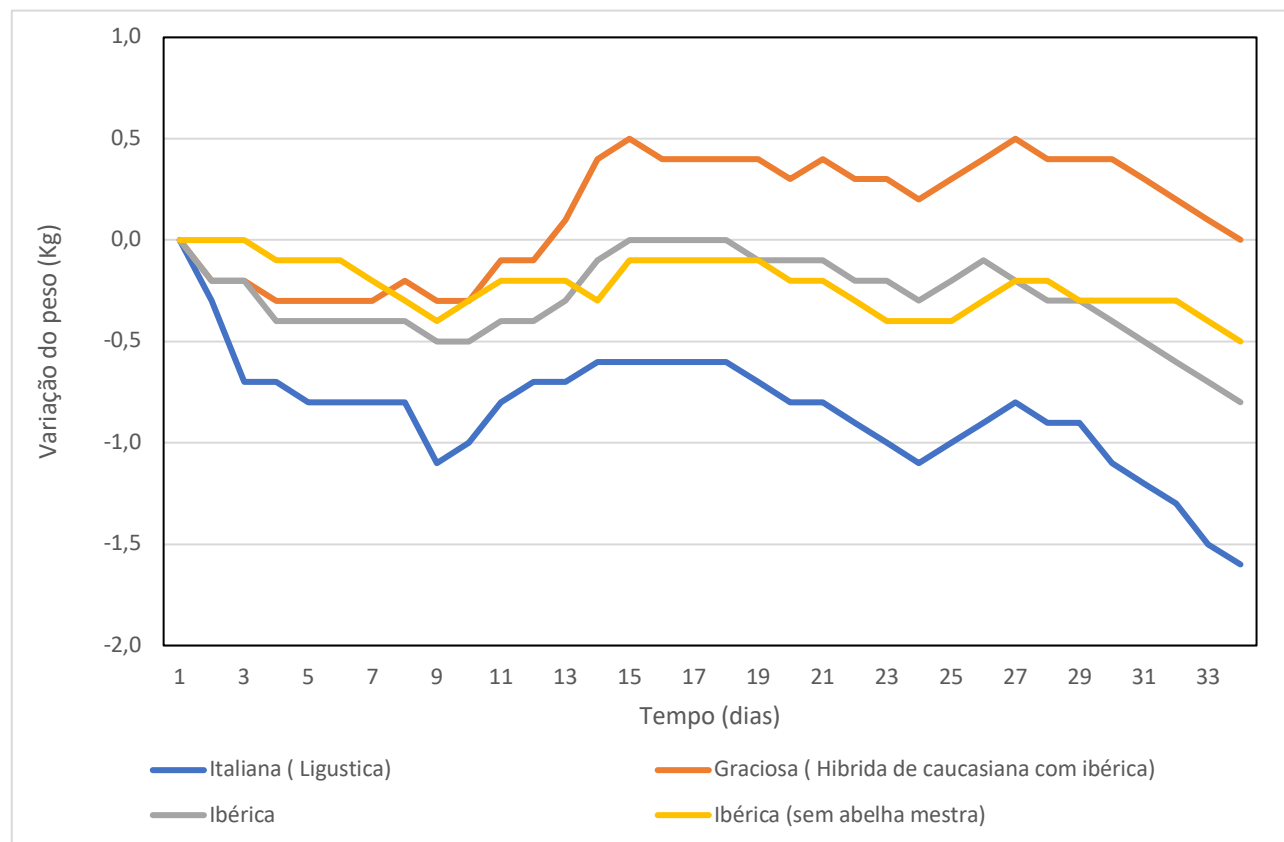
**Figura 27- Evolução do peso das colmeias durante um período de 35 dias. Determinado no quinto ciclo de observações (5 de outubro a 8 de novembro de 2017), na Quinta da Fazenda Nova.**

Este gráfico representa os dados do último ciclo de observações em que foram acompanhadas quatro colmeias com colónias de três subespécies/raças diferentes (Italiana, Graciosa, e Ibérica). Na Figura 27 podemos constatar que as flutuações acontecem de uma forma sincronizada; sempre que existe uma descida ou subida de peso, esta acontece em todas as colmeias simultaneamente. Estes dados foram obtidos na segunda campanha, no Outono. Foi numa altura em que a presença de néctar não foi tão significativa como na campanha principal, durante a primavera. Este facto foi comprovado no quarto ciclo de observações, que decorreu

durante o outono, e onde as médias de produção de néctar foram muito inferiores às da primavera.

### 5.7.2. Evolução da variação dos pesos das colmeias

Este gráfico trata os mesmos dados que o último, no entanto, no intuito de comparar com mais rigor esses dados, é analisada a diferença entre o peso das colmeias em cada momento e o seu peso inicial, para perceber melhor as variações de peso.



**Figura 28- Variação do peso das colmeias durante um período de 35 dias. Determinado no quinto ciclo de observações (5 de outubro a 8 de novembro de 2017), na Quinta da Fazenda nova.**

O último gráfico confirma as mesmas conclusões que o anterior, mas foca-se na variação do peso bruto das colmeias. Ou seja, mostra o peso que cada colmeia foi ganhando ou perdendo ao longo dos 35 dias observados. Podemos verificar que três colmeias acabaram com um balanço negativo (perderam peso) e uma com o balanço neutro (manteve o peso inicial). A única que acabou com o balanço final neutro foi a da raça Graciosa (*híbrida de Apis mellifera caucasica* com *Apis mellifera iberiensis*). Podemos também verificar que as duas colónias de abelhas autóctones (*Apis mellifera iberiensis*), com e sem abelha mestra, tiveram resultados

comparativamente muito semelhantes e que a italiana (*Apis mellifera ligustica*) foi a que mais perdeu peso. Neste gráfico podemos verificar que até ao sétimo dia há uma perda geral de peso, mas que a partir daí até ao décimo quinto dia existe um aumento que é seguido por um período de, aproximadamente, cinco dias em que os valores estabilizaram, observando-se depois uma diminuição, mais ou menos, acentuada dos mesmos.

## 5.8. Observações sobre o comportamento das abelhas

Nas estufas de nova geração (Quinta da Fazenda Nova) o comportamento das abelhas é fortemente perturbado. As estruturas monumentais e a filtragem dos raios ultravioleta pelo revestimento plástico serão as causas mais prováveis. As abelhas orientam-se através de raios ultravioleta, sem estes elas ficam desorientadas. Mais, um espaço grande limitado do exterior faz com que as abelhas não se encontrem e fiquem confusas há entrada e saída das estufas.

No período que durou este trabalho efetuaram-se diversas observações, das quais se retiraram algumas ilações que, apesar de terem uma base empírica, se achou pertinente a sua apresentação como um provável ponto de partida para um futuro trabalho científico. São elas:

### 1| Colmeias fora das estufas:

- Enfraquecimento das colónias, devido à mortalidade das abelhas causada por ficarem prisioneiras dentro das estufas, nos cantos sul, nas zonas de mortalidade das abelhas (Figura 29).
- Visitas intermitentes às flores, devido ao facto de a atividade das abelhas ser subordinada às condições meteorológicas.
- Recolha irregular de néctar, devido à deriva das abelhas para outras flores mais atrativas, fora das estufas.
- Ataques aos trabalhadores, nos corredores de voo devido, à sua atividade ao nível do voo.
- Impossibilidade de coordenar a população e a atividade das abelhas, em função da curva de floração, devido ao desenvolvimento aleatório das colónias.

### 2| Colmeias no interior das estufas

- Nenhuma (ou muito pouca) mortalidade de abelhas prisioneiras, devido à composição razoável das colónias e à memorização adquirida do restante espaço nas estufas.

- Visitas assíduas e pontuais das flores, devido ao ambiente protegido.
- Não houve derivas, devido à abundância e proximidade das flores de framboesa.
- Não ocorreram ataques aos trabalhadores, devido ao sobrevoio do terreno a partir de suportes sobre-elevados, visto que as colmeias estiveram instaladas a 2 metros do solo.



**Figura 29-** Fotografia aérea da Quinta da Fazenda Nova, com a localização das colmeias (quadrados e rectângulos a vermelho) e das zonas de mortalidade das abelhas (quartos de círculo a vermelho).

## 5.9. Cálculos relativos à produção de néctar

Foram verificados os seguintes resultados, tendo em conta dados fornecidos pela Hubel sobre o número de flores presentes nas estufas:

- A quantidade de flores é de aproximadamente 7 000 000 flores/hectare na cultivar B e de 7 300 000 flores/hectare na cultivar A.

- Tendo em conta a média da soma dos dados de produção de néctar em 60 flores cobertas no terceiro ciclo de observações, a quantidade de néctar produzido em média por flor da cultivar B é de 50  $\mu$ l.
- Tendo em conta a média da soma de produção de néctar em 25 flores cobertas no primeiro ciclo de observações, a quantidade de néctar produzido, em média, por flor da cultivar A é de 80  $\mu$ l.

Segundo estes dados, a quantidade total de produção de néctar por hectare numa campanha (42 dias) é estimada em aproximadamente 350 litros/hectare na cultivar B e em 560 litros/hectare na cultivar A.

Tendo em consideração que as abelhas têm um papo com capacidade para armazenar pelo menos 30  $\mu$ l de néctar (Ribbands, 1953), e que fazem em média 10 viagens por dia, se em condições ótimas, cada abelha, na natureza pode extrair cerca de 300  $\mu$ l de néctar por dia, dependendo esse valor da subespécie, temperatura, humidade, luminosidade e época do ano (Butler & Finney, 1942), durante uma campanha de 42 dias, uma abelha poderá coletar 12 600  $\mu$ l de néctar. Assim, para a extração de todo o néctar produzido por um hectare (média de 455 L/ha) de framboesa será necessário ter aproximadamente 36 000 abelhas campeiras (abelhas obreiras com funções de procura e recolha de alimento; também designadas abelhas forrageiras) a operar na estufa. Considerando que uma colmeia saudável de *Apis mellifera iberiensis* tem cerca de 20 000 abelhas, e em média, entre 6500 e 7000 abelhas campeiras (Lhérété, 1991), são necessárias aproximadamente 5 colmeias por hectare para garantir a extração de todo o néctar produzido pela cultura. Este número está muito próximo dos já existentes na literatura, 4 a 6 colmeias por hectare (Rubio, et al., 2014) e 1 a 7 colmeias por hectare (Johannsmeier, 2001). Este valor pode eventualmente ser superior ou inferior, devido à variação da intensidade da floração ao longo da campanha, assim como à variação do número de abelhas na colmeia e na proporção de abelhas campeiras (1/3 da colónia), relativamente ao número total de abelhas obreiras (quase totalidade das abelhas de uma colónia, inclui as abelhas campeiras). Uma determinação do número exato de colmeias necessárias por hectare de framboesa exigirá um estudo mais aprofundado.

## 5.10. Efeito de uma polinização insuficiente sobre a qualidade do fruto

No decorrer deste estudo, as flores cobertas não foram devidamente polinizadas (fotografia em baixo). Tendo em conta que a framboesa é um fruto múltiplo, cada drupéola tem de ser devidamente polinizada. Se isso não acontecer o fruto fica deformado (Bolda, 2015), o que se confirmou neste caso. Embora esse não fosse um objetivo deste trabalho, constatámos que, de uma forma geral, nas áreas de framboesa em que trabalhámos, a proporção de frutos deformados (em flores não cobertas) era insignificante, o que leva a crer que o número de colmeias presentes era suficiente para realizar uma eficiente polinização mas esta suposição deverá ser comprovada em futuros estudos.



**Figura 30- Frutos deformados obtidos nas flores cobertas com rede, que por isso não foram devidamente polinizadas.**

## **6. Conclusões**



Este trabalho comprovou que a secreção de néctar começa ligeiramente antes da abertura da flor, durante o estado fenológico 2. No entanto, como a literatura o indica, é no estado fenológico 3 (abertura da flor) onde se regista uma produção de néctar mais importante, diminuindo progressivamente nos estados seguintes e passando a ser residual a partir do estado 6.

Podemos atestar a escassa literatura existente sobre este assunto e confirmar que a secreção e produção de néctar por parte da cultura de framboesa é realmente abundante. Comparando as duas cultivares estudadas, pode-se concluir que a cultivar A apresenta níveis de secreção de néctar mais elevados do que a cultivar B. A cultivar B numa campanha (42 dias) produz aproximadamente 350 litros de néctar por hectare; enquanto a cultivar A produz aproximadamente 560 litros de néctar por hectare no mesmo período.

Mais ainda, constatou-se que a quantidade de néctar presente nas flores é mais elevada durante as primeiras e últimas horas do dia. Segundo a literatura existente isso está ligado ao facto da humidade relativa ser mais elevada a essas horas, diminuindo a evaporação e fazendo com que o néctar esteja mais aquoso, sendo que, durante as horas mais secas o néctar, apesar de estar presente em menor quantidade (menos aquoso) estará mais concentrado, com níveis mais elevados de sólidos solúveis na sua composição.

No que diz respeito ao comportamento das abelhas, confirma-se que elas contribuem para a higienização da cultura da framboesa, porque, ao extrair néctar, promovem frutos mais sãos, uma vez que se reduz a proliferação de agentes patogénicos (ou seja, haverá menos podridão), evitando danos na fruta. As abelhas retiram o néctar antes que este possa apodrecer ou mesmo danificar a fruta. As abelhas têm igualmente um papel essencial na polinização, evitando que os frutos sejam deformados. As observações realizadas permitem-nos concluir também que o comportamento das abelhas dentro das estufas é perturbado. As estruturas enormes e a filtração dos raios ultravioleta pelo revestimento plástico são as causas mais prováveis para esta desorientação. Dentro e fora das estufas o ambiente é bastante diferente, essas diferenças fazem com que as abelhas não tenham tempo para adaptar-se e o resultado é a desorientação e conseqüente mortalidade (zonas de mortalidade das abelhas). Preparar colmeias com o objetivo específico de polinizarem e extraírem o néctar em excesso na cultura de framboesa é essencial para o sucesso da operação. A preparação e colocação das colónias dentro das estufas em suportes elevados a 2 metros de altura beneficia as abelhas e o apicultor. Ao colocá-las dentro das estufas elas habitam-se ao ambiente e não necessitam sair devido à abundância de alimentos dentro da estufa. Ao evitar essa transição interior-exterior parece que as abelhas se orientam melhor, não tendo sido assim observadas abelhas mortas nas zonas de mortalidade. Mais ainda, neste trabalho foi calculado que são necessárias 5 colmeias (entre 2 e 3 super-colmeias) para a polinização e sobretudo para a otimização da recolha do néctar, pelas abelhas, na cultura de framboesa que secreta, numa campanha de 42 dias, em média 455 L/ha.

Consideramos, contudo, que são necessários mais estudos com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre a produção de néctar e a complementaridade que as colónias de abelhas representam nesta cultura. No geral considera-se que o presente trabalho é um contributo para o sector, fornecendo dados e informações que podem ajudar a melhorar a utilização das abelhas nesta atividade. O trabalho até agora desenvolvido deixa a porta aberta para um estudo ainda mais proficiente e intensivo, para que sejam encontradas soluções concretas para os problemas que foram expostos, sobretudo que possam constituir uma ferramenta útil à atividade, quer dos agricultores, quer dos apicultores.

## **7.Referências**



Aizen, M. A. & Harder, L. D., 2009. *The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination*, s.l.: Current Biology.

Bolda, M., 2010. *Agriculture and Natural Resources*. [Online]  
Available at: <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=2739>

Butler, C. & Finney, D., 1942. The influence of various physical and biological factors of the environment on honeybee activity. An examination of the relationship between activity and solar radiation. *Journal of Experimental Biology*, Volume 18, pp. 206-212.

Cánovas, F., De La Ruá, P., Serrano, J. & Galián, J., 2007. *Geographical patterns of mitochondrial DNA variation in Apis mellifera iberiensis*(Hymenoptera: Apidae), Berlin: Blackwell Verlag.

Carreck, N. L., 2014. *Forage for bees in an agricultural landscape*. Brighton(Cardiff): International Bee Research Association.

Carreck, N. L., Williams, I. H. & Little, D. J., 1997. The movement of honey bee colonies for crop pollination and honey production by beekeepers in Great Britain. *Bee World*, pp. 67-77.

Chávez-Galarza, J. et al., 2015. Revisiting the Iberian honey bee (*Apis mellifera iberiensis*) contact zone: maternal and genome-wide nuclear variations provide support for secondary contact from historical refugia. *Molecular Ecology*, 21 April, Volume 24.

Chagnon, M., Gingras, J. & Oliveira, D. D., 1991. Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Foraging Behavior and Raspberry Pollination. *Journal of Economic Entomology*, Volume Volume 84,, p. 457-460.

Dainat, B., vanEngelsdorp, D. & Neumann, P., 2012. Colony collapse disorder in Europe. *Environmental Microbiology Reports* , Volume 4(1), p. 123-125.

Delaplane, K. & Mayer, D., 2000. *Crop Pollination by Bees*. Nova Iorque, EUA: CAB International.

DGAV, 2014. *Direção Geral de Alimentação e Veterinária*. [Online]  
Available at: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?generico=807389&cboui=807389>

Edin, M., Massardier, P., Gaillard & Pierre, 1999. *Le Framboisier*. s.l.:Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.

Free, J. B., 1967. *The foraging behaviour of honeybees ( Apis mellifera) and bumblebees (Bombus spp) on blackcurrent (Ribes nigrum), Raspberry ( Rubus idaeus) and Strawberry ( Fragaria x ananassa) flowers*, Hertforshire: EBSCO.

Goulson, D., 1999. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, Volume Vol. 2/2,, p. 185-209.

Gupta, J. & Thakur, R., 1987. Nectar sugar production and flower visitors of the bramble, *Rubus ellipticus* Smith (Rosacea), at Solan, India. *University of Horticulture and Forestry*, Issue Department of Entomology and Apiculture.

Herrera, C., de Vega, C., Canto, A. & Pozo, M., 2009. Yeasts in floral nectar: a quantitative survey. *Annals of Botany*, 1 Junho, p. 1415-1423.

Herrera, C., García, I. & Pérez, R., 2008. Invisible floral Larcenies: Microbial communities degrade floral nectar of bumble bee-pollinated plants. *Ecological society of america*, 1 September.

- Hopwood, J. et al., 2016. *How Neonicotinoids Can Kill Bees, The Science Behind the Role These Insecticides Play in Harming Bees*, Portland: s.n.
- INE, 2017. *Estatísticas Agrícolas*, Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- Johannsmeier, M., 2001. *Beekeeping in South Africa*. Pretoria: Plant protection research institute. Agricultural research council of South Africa.
- Latin, B., 2009. Revenue de Pomologie Vivante. *Fruits Oubliés*, Issue Framboises.
- Lhéréte, J.-P., 1991. *A Apicultura uma Arte uma Ciência*. Graciosa, Alentejo: s.n.
- Lye, G., Jennings, S., Osborne, J. & D., G., 2011. Impacts of the use of nonnative commercial bumble bees for pollinator supplementation in raspberry.. *Journal of economic enthemology*, Volume 104(1), pp. 107-14.
- McArt, S., Koch, H., Irwin, R. & Adler, L., 2014. Arranging the bouquet of disease: floral traits and the transmission of plant and animal pathogens. *Ecology Letters*, 16 February , p. 624–636.
- Menzel, R. & Hammer, M., 1995. Learning and Memory in the Honeybee. *The Journal of Neuroscience*, 15(3)(Neurobiologia).
- Nepi, M., 2017. New perspectives in nectar evolution and ecology: simple alimentary reward or a complex multiorganism interaction?. *Acta Agrobotanica*, 31 Março, p. 12.
- Oliveira, P. B. d., 2007. *Framboesa- Tecnologias de produção*, s.l.: INRB.
- Oliveira, P. B. d. et al., 2007. *A planta de framboesa: Morfologia e fisiologia*, s.l.: Diversificação da produção frutícola com novas espécies e tecnologias que assegurem a qualidade agro-alimentar.
- Pacini, E. & Nepi, M., 2007. Nectar production and presentation. Em: *Nectaries and Nectar*. Siena, Italia: Department of Environmental Sciences, University of Siena.
- Pasthe, V. & Kulkarni, S., 2015. *Role of Pollinators in Qualitative Fruit Crop Production: A Review*, Rahuri: s.n.
- Pinto, M. A., Chávez-Galarza, J. & Henriques, D., 2017. *Estrutura Genética da Abelha Ibérica (Apis mellifera iberiensis)*, s.l.: s.n.
- Rabiet, E., 1984. *Choix et Culture des Plantes Apicole*. Jonzac, França: s.n.
- Ribbands, C., 1953. *The Behavior and Social Life of Honeybees*. London: Bee Research Association Ltd..
- Rortais, A., Arnold, G., Halm, M.-P. & Touffet-Briens, F., 2005. Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees. *Apidologie* 36 , 16 Março, p. 71–83.
- Roy, R., Schmitt, A. J., Thomas, J. B. & Carter, C. J., 2017. Nectar biology: From molecules to ecosystems. *Plant Science*, May.
- Rubio, J., Lena, G. & Ara, M., 2014. *El cultivo del framboeso*, Asturias: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias.
- Sáez, A., Morales, C., Garibaldi, L. & Aizen, M., 2017. Invasive bumble bees reduce nectar availability for honey bees by robbing raspberry flower buds. *Basic and Applied Ecology*.
- Sáez, A., Morales, C., Ramos, L. & Aizen, M., 2014. Extremely frequent bee visits increase pollen deposition but reduce drupelet set in raspberry. *Journal of Applied Ecology*, Issue 51, p. 1603–1612.

- Sanzol, J. & Herrero, M., 2000. The "effective pollination period" in fruit trees. *Scientia Horticulturae*, October, pp. 1-17.
- Schmid, K., Höhn, H., Graf, B. & Höpli, H., 2001. Stades phénologiques du framboisier (*Rubus idaeus* L.). Em: *Recherche Agronomique Suisse* 8 (5), . Nyon, Suisse: Agroscope, Institut des sciences en production végétale , pp. 215-222.
- Schmidt, K., Filep, R., Orosz-Kovács, Z. & Farkas, A., 2015. Patterns of nectar and pollen presentation influence the attractiveness of four raspberry and blackberry cultivars to pollinators. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 7 November, pp. 47-56.
- Schmidt, K., Orosz-Kovács, Z. & Farkas, A., 2012. Nectar secretion dynamics in some raspberry and blackberry cultivars. *The International Journal of Plant Reproductive Biology* , 1 7.p. 147–150.
- Seabra, S. et al., 2018. Genomic signatures of introgression between commercial and native bumblebees, *Bombus terrestris*, in western Iberian Peninsula – implications for conservation and trade regulation. 2 November, p. 36.
- Sousa, M. B., 2007. *Framboesa- Qualidade Pós-Colheita*, s.l.: INRB- Instituto Nacional dos Recursos Biológicos.
- Swartz, H. J. & McCarthy, E., 2015. Estado Unidos da America, Patente Nº USPP25,953P3.
- Thompson, H. & Hunt, L., 1999. *Ecotoxicology*. Cambridge, United Kingdom: Kluwer Academic Publishers.
- vanEngelsdorp, D. et al., 2009. *Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study*, University of Georgia, United States of America: Justin Brown,.
- Vassilyev, A., 2010. On the mechanisms of nectar secretion: revisited. *Annals of Botany*, p. 349–354.
- Wäckers, F. L., Romeis, J. & van Rijn, P., 2007. Nectar and Pollen Feeding by Insect Herbivores and Implications for Multitrophic Interactions. *Annual Review of Entomology*, 14 September, pp. 301-323.
- Whitney, G., 1984. The Reproductive Biology of Raspberries and Plant-Pollinator Community Structure. *American Journal of Botany* , Volume Vol. 71, No. 7 , pp. 887-894.
- Williams, R., 1965. The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom.. *J Hort Sci*, p. 40:31–41.
- Woodcock, B. A. et al., 2017. *Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees*, Washington: Science 356 (6345).