



## **Cochonilhas-algodão associadas ao cafeeiro em estufas**

**Adilma Cristina Delgado Andrade**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Agronómica**

Orientador: Professor Doutor José Carlos Franco Santos Silva

Coorientador: Doutora Elsa Maria Borges da Silva

Dr.<sup>a</sup> Ana Paula Mira do Carmo Pereira

### **Júri:**

**Presidente:** Doutor António Maria Marques Mexia, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

**Vogais:** Doutora Maria José Antão Pais de Almeida Cerejeira, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutor Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia, Professor Associado com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutor José Carlos Franco Santos Silva, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Lisboa, 2014

À memória do meu pai **Vicente Antónia Andrade**, falecido em 2012, como forma de expressar o meu apreço pela sua generosidade, compreensão, carinho e apoio incondicional.

## AGRADECIMENTOS

A realização e concretização deste trabalho só foi possível graças à colaboração de inúmeras pessoas, às quais gostaria de exprimir a minha profunda gratidão.

Ao meu orientador, Professor José Carlos Franco, quero agradecer por ter aceitado orientar-me, pelos ensinamentos, pela atenção dispensada e suas palavras de incentivo.

À minha coorientadora, Doutora Elsa Borges da Silva, pelo ânimo, paciência e pelo apoio na realização dos trabalhos laboratoriais e pela cedência de material bibliográfico e algumas fotografias.

À minha coorientadora, Dra. Ana Paula Pereira, pela motivação, disponibilidade, dedicação e pelo apoio demonstrado durante a realização deste trabalho, um agradecimento muito especial.

À Engenheira Vera Zina que tudo fez para me auxiliar nas preparações microscópicas, identificação das formigas, pelas fotografias, a atenção e disponibilidade demonstrada ao longo deste trabalho. Obrigada.

À Doutora Maria do Céu Silva, responsável do Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC) devo também uma especial atenção pela forma como fui acolhida, disponibilizando-me todas as condições para realizar os ensaios. Quero realçar o Engenheiro Vítor Várzea pela partilha dos seus conhecimentos e simpatia. Aos funcionários do CIFC, nomeadamente ao Miguel Ribeiro e Frederico Tavares, pelo registo diário das temperaturas, pela rega das plantas e por manter as estufas sempre em boas condições de modo a facilitar o meu trabalho. A todos aqueles com quem pude contactar, agradeço a gentileza e o seu contributo.

Aos Professores Agatino Russo e Gaetana Mazzeo (Universidade de Catania, Itália) pelo seu contributo na confirmação das espécies de cochonilhas-algodão.

Aos meus colegas de faculdade e amigos que por cá conheci, pela compreensão e amizade demonstrada ao longo da minha vida académica.

Por fim, agradeço calorosamente a minha família e aos meus irmãos, em especial ao meu irmão Orlandino Andrade pelas inúmeras mensagens e chamadas de incentivo, encorajamento nas inúmeras vezes que pensei em desistir e pelo carinho demonstrado incansavelmente durante a realização deste trabalho.

## RESUMO

O Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, do Instituto de Investigação Científica Tropical (CIFC/IICT) tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento de variedades de cafeeiro com resistência à ferrugem alaranjada, *Hemileia vastatrix*. As cochonilhas-algodão são a praga principal, condicionando a obtenção do material vegetal necessário às inoculações. O presente trabalho teve como objetivos: a) identificar as espécies de cochonilhas-algodão presentes em genótipos de cafeeiro utilizados como variedades comerciais em diferentes países, como Catimor e Sarchimor, mantidos em estufa, no CIFC/IICT; b) estudar a dinâmica de infestação de *Planococcus citri* em cafeeiros das variedades Catimor e Sarchimor, em estufa; c) comparar a taxa de colonização e o desenvolvimento de *P. citri* em dois genótipos de cafeeiro, um resistente à ferrugem alaranjada (Catimor CIFC 45) e outro suscetível (Caturra vermelho CIFC 19/1).

Foram identificadas duas espécies de cochonilhas-algodão, *Phenacoccus madeirensis* e *P. citri*. A variedade Catimor foi a mais suscetível a *P. citri*. Não se verificou existir diferenças significativas na duração do desenvolvimento de *P. citri* nas duas variedades estudadas, no entanto a taxa de colonização foi sempre superior na variedade Caturra CIFC 19/1.

**Palavras-chave:** cochonilhas-algodão, *Planococcus citri*, *Phenacoccus madeirensis*, Pseudococcidae, cafeeiro

## ABSTRACT

The main objective of Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, Instituto de Investigação Científica Tropical (CIFC/IICT) is to contribute for the development of coffee varieties resistant to coffee leaf rust, *Hemileia vastatrix*. Mealybugs are a major phytosanitary problem of coffee varieties maintained by CIFC/IICT, due to their interference with the production of young coffee leaves necessary for the inoculation of fungi. The aims of the present work were: a) to identify the mealybug species associated with commercial varieties of coffee, such as Catimor and Sarchimor, in the greenhouses of CIFC/IICT; b) to study the dynamics of infestation of *Planococcus citri* in the varieties Catimor and Sarchimor, under greenhouse conditions; c) to compare the colonization rate and development of *P. citri* in two coffee genotypes, one resistant to coffee leaf rust (Catimor CIFC 45) and one susceptible (Caturra vermelho CIFC 19/1). Two species of mealybugs were identified, *Phenacoccus madeirensis* and *P. citri*. The variety Catimor was the most susceptible to *P. citri*. No significant differences were observed in the development time of *P. citri* among the studied varieties. Nevertheless, the rate of colonization by mealybugs was higher in Caturra CIFC 19/1.

**Key-words:** mealybugs, *Planococcus citri*, *Phenacoccus madeirensis*, Pseudococcidae, coffee

## EXTENDED ABSTRACT

The main objective of the Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, of Instituto de Investigação Científica Tropical (CIFC/IICT) is to contribute for the development of coffee varieties resistant to coffee leaf rust, a disease caused by the fungus *Hemileia vastatrix*. With that purpose CIFC/IICT has an area of more than half hectare of heated greenhouses, in which maintains its collections of coffee varieties. Mealybugs (Hemiptera, Pseudococcidae) are one of the major phytosanitary problems of coffee varieties maintained by CIFC/IICT greenhouses, due to their interference with the production of young coffee leaves necessary for the inoculation of fungi. The aims of the present work were: a) to identify the mealybug species associated with commercial varieties of coffee, such as Catimor and Sarchimor, in the greenhouses of CIFC/IICT; b) to study the dynamics of infestation of *Planococcus citri* (Risso), by visual observation and pheromone trapping in the varieties Catimor and Sarchimor, under greenhouse conditions; c) to compare the colonization rate and development of *P. citri* in two coffee genotypes, one resistant to coffee leaf rust (Catimor CIFC 45) and one susceptible (Caturra vermelho CIFC 19/1).

The monitoring of mealybug infestation was carried out by visual observation between January and June of 2014 in three coffee varieties, Sarchimor, Catimor and Catuaí. The infestation level was quantified based on the percentage of plants infested with mealybugs and an index of infestation (scale of 0-3). Plant vigour was also classified. The flight of *P. citri* males was monitored with two pheromone traps. The developmental times of *P. citri* as well as its colonization rate were compared in the two coffee varieties, Catimor CIFC 45 and Caturra CIFC 19/1, by inoculating potted plants with ovipositing females of the mealybug.

Two mealybug species were identified in the greenhouses of CIFC/IICT associated with coffee plants, namely *P. citri* and *Phenacoccus madeirensis* Green. *Planococcus citri* is apparently the most frequent species. The parasitoids *Anagyrus* sp. próx. *pseudococci* (Girault) e *Anagyrus* spp. (Hymenoptera, Encyrtidae) were identified in association with the two mealybug species, respectively.

The three coffee varieties Sarchimor, Catimor e Catuaí showed different initial infestation levels by *P. citri* (Sarchimor > Catimor > Catuaí) which conditioned the infestation dynamics of the mealybugs. Nevertheless, the results suggest that Catimor is the most susceptible coffee variety. Despite the fact that this variety presented an initial level of infestation lower than that of Sarchimor, in the end of the experimental period its infestation level was higher in comparison with Sarchimor. The results also suggest that the level of mealybug infestation is directly related to plant vigour.

The monitoring of *P. citri* males with pheromone traps may be used as a tool for detection of the critical periods in mealybug life cycle, such as mating and oviposition, and effectiveness assessment of control methods.

The developmental time of *P. citri* did not differ between the two studied coffee varieties, Catimor CIFC 45 and Caturra CIFC 19/1. However, the colonization date and number of mealybugs completing development was higher in Caturra CIFC 19/1. The observed difference between the two varieties in respect to these parameters was apparently related to differences in plant vigour.

## ÍNDICE

RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	iv
EXTENDED ABSTRACT .....	v
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE QUADROS .....	xi
<b>I. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
<b>1. O cafeeiro.....</b>	<b>3</b>
1.1. Taxinomia .....	3
1.2. Características gerais .....	4
1.3. Origem e distribuição geográfica.....	5
1.4. Importância económica .....	6
<b>2. Principais pragas do cafeeiro.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Caracterização sumária das cochonilhas-algodão, com referência as espécies associadas ao cafeeiro .....</b>	<b>12</b>
3.1. Posição sistemática e distribuição geográfica .....	12
3.2. Morfologia e Identificação .....	12
3.3. Biologia.....	14
3.4. Importância económica .....	14
3.5. Relações mutualistas .....	19
3.6. Táticas de proteção.....	19
<b>III. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>1. Caracterização da estufa e das variedades de cafeeiros utilizadas no trabalho experimental .....</b>	<b>20</b>
<b>2. Operações culturais e tratamentos fitossanitários .....</b>	<b>21</b>
<b>3. Recolha e identificação das espécies de cochonilhas-algodão, respetivos parasitóides e formigas associadas .....</b>	<b>21</b>
<b>4. Monitorização da população de cochonilhas-algodão em cafeeiros.....</b>	<b>23</b>
4.1. Observação visual.....	23
4.2. Curva de voo dos machos.....	24
<b>5. Estimativa do desenvolvimento da cochonilha-algodão, <i>Planococcus citri</i> (Risso) em duas variedades de cafeeiro, com diferente suscetibilidade à ferrugem alaranjada .....</b>	<b>25</b>
5.1. Criação da cochonilha-algodão em laboratório.....	25



5.2. Obtenção de plantas jovens de cafeeiros.....	26
5.3. Infestação das plantas jovens com cochonilhas-algodão .....	27
5.4. Monitorização do desenvolvimento da cochonilha-algodão.....	27
<b>6. Análise estatística .....</b>	<b>27</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>1. Identificação das espécies de cochonilhas-algodão, respetivos parasitóides e formigas associadas .....</b>	<b>29</b>
<b>2. Monitorização da população de cochonilhas-algodão em cafeeiros.....</b>	<b>30</b>
2.1. Observação visual.....	30
2.2. Curva de voo dos machos.....	35
<b>3. Desenvolvimento da cochonilha-algodão, <i>Planococcus citri</i> (Risso) em duas variedades de cafeeiros, com diferente suscetibilidade à ferrugem alaranjada.....</b>	<b>35</b>
<b>V. DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>
Anexo 1 - Delineamento experimental do Estufim 2 para o ensaio da intensidade de infestação.....	53
Anexo 2 - Código de identificação de cada um dos génotipos de cafeeiros no Estufim 2 .....	54
Anexo 3 - Procedimentos para a preparação de pseudococcídeos para observação microscópica (adaptado de Williams & Watson, 1988). .....	56
Anexo 4 - Folha de avaliação quantitativa quinzenal da intensidade de infestação da cochonilha-algodão por génotipo de cafeeiro no Estufim 2. ....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - A- Planta de Caturra Vermelho; B- Raiz (principal e lateral); C- Inflorescências; D- Flores; E- Frutos maduros; F- Sementes (originais da autora). ....	5
<b>Figura 2</b> - Adulto e estragos causados pela broca do café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) (fonte: Vega, 2011).....	9
<b>Figura 3</b> - Larvas de <i>Leucoptera coffeella</i> (Guerin.- Méneville) (Lepidoptera: Lyonetidae) sobre a folha de cafeeiro (fonte: Kimani <i>et al.</i> , 2002). ....	11
<b>Figura 4</b> - <i>Coccus viridis</i> (Green) (Hemiptera: Coccidae) a atacar frutos verdes de cafeeiro (fonte: CABI, 2008). ....	11
<b>Figura 5</b> - A: aglomerado de fêmeas adultas, ninfas e sacos ovíferos de <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) (fonte: Goias, 2008); B: pormenor das ceras que cobrem o corpo da fêmea em microscópio eletrônico de varrimento (ampliação: 7500x) (fonte: Goias, 2008); C: macho de <i>P. citri</i> , com um par de asas bem desenvolvidas e cauda cerosa (original de Elsa Borges da Silva). ....	13
<b>Figura 6</b> - Ataque de <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) nas estufas de cafeeiro do CIFC /IICT- Oeiras, com presença de fumagina nas folhas e frutos (originais da autora). ....	15
<b>Figura 7</b> - Cochonilhas-algodão em plantas de cafeeiros mantidos em gaiolas de tule para impedir a troca de insetos com o exterior no laboratório do ISA. A- posturas, 1º, 2º instar e adultos ao longo do tronco e ramos; B- libertação da exúvia (círculo vermelho); C- casulo de machos na parte inferior do tronco; D- vários estádios de desenvolvimento das cochonilhas no pecíolo das folhas; E- cochonilhas ao longo das nervuras das folhas com presença de melada (círculo azul) (originais da autora). ....	15
<b>Figura 8</b> - Planta do Estufim 2, com as respetivas dimensões, onde se realizou o trabalho experimental. ....	20
<b>Figura 9</b> - Armadilha sexual do tipo placa (15cm x 15cm) instalada em cafeeiro, no Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras), para captura dos machos de <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) (original da autora).....	25
<b>Figura 10</b> - Esquema da criação da cochonilha-algodão, <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), em laboratório (original de Elsa Borges da Silva).....	26
<b>Figura 11</b> - Fêmeas de cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae) recolhidas nas estufas do CIFC/IICT (Oeiras): A- <i>Planococcus citri</i> (Risso) (original de Elsa Borges da Silva); B- <i>Phenacoccus madeirensis</i> Green (original de Vera Zina).....	29
<b>Figura 12</b> - <i>Anagyrus</i> sp. próx. <i>pseudococci</i> (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae): A – fêmea (em baixo) e macho (em cima) (original de Elisabete Cortegano); B- fêmea (original de Zvi Mendel). ....	29

<b>Figura 13-</b> Formigas recolhidas no Estufim 2: A- <i>Lasius grandis</i> (Forel); B- <i>Tapinoma simrothi</i> (Krausse); C- <i>Crematogaster auberti</i> (Emery) (Hymenoptera: Formicidae) (originais de Vera Zina). .....	30
<b>Figura 14</b> - Evolução da temperatura (A) e do nível de infestação por cochonilhas- algodão, medido em percentagem de plantas infestadas (B) e índice médio de infestação (C), nas três variedades de cafeeiro (Sarchimor, Catimor e Catuaí), existentes no Estufim 2 do CIFC/IICT, Oeiras, e operações culturais (D) realizadas. ....	31
<b>Figura 15</b> - Relação entre a percentagem de plantas infestadas com cochonilhas- algodão (Hemiptera: Pseudococcidae) e o índice médio de infestação para as variedades de cafeeiro estudadas no Estufim 2 do CIFC/IICT, Oeiras: A- Catimor; B- Sarchimor; C- Catuaí. ....	32
<b>Figura 16</b> - Evolução dos estados fenológicos dominantes das variedades de cafeeiro estudadas no Estufim 2 do CIFC/IICT, Oeiras: A- Catimor; B-Sarchimor; C- Catuaí. ....	33
<b>Figura 17</b> - Índice médio de infestação por cochonilhas-algodão nas três variedades de cafeeiro estudadas. ....	34
<b>Figura 18</b> - Comparação do nível de vigor vegetativo entre variedades de cafeeiro (A) e relação entre a percentagem de plantas com vigor elevado (B) e vigor fraco (C) e o índice médio de infestação por cochonilha-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae).....	34
<b>Figura 19</b> - Curva de voo dos machos de <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) com base nas capturas em armadilhas sexuais. ....	35
<b>Figura 20</b> - Evolução da percentagem de indivíduos de <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera; Pseudococcidae), em cada um dos estados de desenvolvimento nas duas variedades de cafeeiro estudadas (A- Catimor CIFC 45; B- Caturra CIFC 19/1), e da temperatura na estufa (C) (CIFC/IICT, Oeiras). ....	36
<b>Figura 21</b> - Altura média de cada planta (A) e do número de folhas por planta (B) de cada uma das variedades de cafeeiro, no final do ensaio sobre o desenvolvimento de <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae).....	37
<b>Figura 22</b> - Ensaio de desenvolvimento de <i>Planococcus citri</i> (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiro (CIFC/IICT, Oeiras) em condições de estufa. A e B- desenvolvimento das plantas da variedade Catimor CIFC 45 e Caturra CIFC 19/1, respetivamente; C- exúvias e casulos de macho observado nas plantas da variedade Catimor CIFC 45; D - zona de instalação das cochonilhas; F- atrofiamento das folhas; E e G- fêmeas em postura no tronco e na página inferior das folhas (originais da autora). ....	38

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Produção mundial de café (milhões de sacas: 60kg/saca) nos países produtores/continentes para o ano de colheita 2013/14 (Adaptado de ICO, 2014b): A- café Arábica; R- café Robusta. ....	8
<b>Quadro 2</b> - Pragas consideradas mais importantes na cafeicultura, em diferentes regiões produtoras (Adaptado de Le Pelley, 1968; Purseglove, 1968; Ferrão <i>et al.</i> , 1971; Cardoso, 1994; Premier, 1995; Dixon <i>et al.</i> , 2003; Vega <i>et al.</i> , 2006; Barrera, 2008).....	11
<b>Quadro 3</b> - Cochonilhas-algodão referenciadas em cafeeiro e a respetiva região (Adaptado de Le Pelley, 1968, Martinez <i>et al.</i> , 2007; Williams <i>et al.</i> , 2009 ; Ben-Dov, 2014): a) região de estudo não definida. ....	17
<b>Quadro 4</b> - Operações culturais realizados no Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras), fora do período experimental.....	21
<b>Quadro 5</b> - Caracterização das plantas de cafeeiro do Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras), onde foram recolhidas as formigas durante o período experimental (2013-2014).....	22
<b>Quadro 6</b> - Local e hospedeiro vegetal onde foram colhidas amostras de cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae), para identificação. Todas as amostras foram colhidas no dia 2 de abril de 2014. ....	22
<b>Quadro 7</b> - Data de observação e respetivo tempo de cada observação realizada para determinar o nível de infestação dos cafeeiros por cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae) no Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras).....	24

## I. INTRODUÇÃO

O café constitui um dos produtos agrícolas primários mais valiosos, para muitos países tropicais e subtropicais, que dependem da cafeicultura para obtenção de divisas e equilíbrio da sua balança comercial. De acordo com a Organização Internacional do Café (ICO, 2014c), a produção mundial de café verde foi estimada em 145,2 milhões de sacas (60kg/saca) para o ano de colheita 2013/2014.

No entanto, o cafeeiro (*Coffea* spp.) é uma cultura muito suscetível a pragas e doenças. Ao longo das últimas décadas, a introdução de novas pragas, as alterações de temperatura, o baixo sombreamento e os efeitos secundários dos pesticidas têm contribuído para aumentar significativamente a importância dos problemas fitossanitários da cultura. Estão registadas mais de 850 espécies de insetos associados ao cafeeiro, contudo poucas têm repercussão económica (Barrera, 2008). As cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae) são um dos grupos de pragas do cafeeiro, estando referenciadas mais de 50 espécies, na cultura (Ben-Dov, 2014). Os prejuízos provocados por algumas espécies de cochonilhas-algodão podem atingir a totalidade da produção, em casos de infestações mais severas (Santa-Cecília *et al.*, 2002). Estas cochonilhas constituem um fator limitante para cafeeiros jovens e adultos e a sua disseminação é muito rápida, dado que tanto as ninfas, como as fêmeas adultas são móveis, podendo as ninfas jovens ser transportadas pelo vento ou dispersar, por locomoção, para plantas vizinhas. Excretam melada, que facilita o aparecimento de fungos saprófitas (fumagina), além de atrair formigas, que podem proteger as cochonilhas dos seus inimigos naturais e auxiliar na sua dispersão (Fornazier *et al.*, 2000). O seu comportamento críptico e o facto de apresentarem o corpo revestido por secreções cerosas limitam a eficácia da luta química. Santa-Cecília *et al.*, (2002) advertem para a necessidade da correta identificação das espécies nos programas de luta biológica, devido à especificidade que alguns inimigos naturais podem apresentar, em particular os parasitóides. Entre as espécies mais importantes, destacam-se *Planococcus citri* (Risso), *Planococcus lilacinus* (Cockerell), *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) e *Planococcus kraunhiae* (Kuwana) (Santa-Cecília *et al.*, 2005; Kumar *et al.*, 2008; Rahiman *et al.*, 2010; Thuy *et al.*, 2011). Muitas outras espécies de cochonilhas-algodão referidas na bibliografia, por afetarem a produção do cafeeiro, são consideradas hoje pragas ocasionais. É o caso de *Planococcus kenyae* (Le Pelley), em que a introdução no Quênia dos respetivos inimigos naturais permitiu reduzir os seus níveis populacionais (CABI, 2012).

O presente trabalho foi realizado no Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, do Instituto de Investigação Científica Tropical (CIFC/ IICT), localizado em Oeiras. O CIFC/IICT tem como principal objetivo contribuir para o desenvolvimento de variedades de cafeeiro com resistência à ferrugem alaranjada, *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome (Pereira

& Guimarães, 2010). Para o efeito, o CIFIC/IICT possui uma área de mais de meio hectare de estufas aquecidas, nas quais são mantidas as suas coleções de variedades de cafeeiro. Um dos principais problemas fitossanitários dos cafeeiros mantidos nas estufas do CIFIC/IICT, que limita grandemente a obtenção do material vegetal necessário às inoculações dos fungos aí estudados, são as cochonilhas-algodão. Assim, este trabalho teve como principais objetivos: a) identificar as espécies de cochonilhas-algodão presentes em genótipos de cafeeiro utilizados como variedades comerciais em diferentes países cafeicultores, como Catimor e Sarchimor (derivados do Híbrido de Timor), mantidos em estufa, no CIFIC/IICT; b) estudar a dinâmica de infestação de *P. citri*, através de observação visual e da monitorização do voo dos machos com armadilhas sexuais, em cafeeiros das variedades Catimor e Sarchimor, em estufa; c) comparar a taxa de colonização e o desenvolvimento de *P. citri* em dois genótipos de cafeeiro, um resistente à ferrugem alaranjada (Catimor CIFIC 45) e outro suscetível (Caturra CIFIC 19/1).

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos, nomeadamente: introdução (Capítulo I); revisão bibliográfica (Capítulo II) no qual são feitas algumas considerações sobre a cultura do cafeeiro, incluindo taxinomia, características gerais da planta, origem, importância económica e as principais pragas. Neste mesmo capítulo faz-se ainda uma caracterização sumária das cochonilhas-algodão, referindo as espécies associadas ao cafeeiro e sua importância económica; material e métodos (Capítulo III); resultados (Capítulo IV); discussão (Capítulo V); conclusões (Capítulo VI).

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. O cafeeiro

#### 1.1. Taxinomia

A classificação das diversas espécies de cafeeiro tem sofrido alterações no decorrer dos anos. Em 1713, Antoine-Laurent Jussieu deu a conhecer a primeira descrição botânica, com base num único exemplar proveniente do Jardim Botânico de Amesterdão, classificando-o como *Jasminum arabicanum* (Correia, 1995). Posteriormente, em 1737, esta classificação foi revista por Linnaeus que o denominou *Coffea arabica*, a única espécie conhecida até a data, incluindo-a no género *Coffea* da família Rubiaceae (Ferrão, 2005). Segundo Cronquist (1988), a posição sistemática do género *Coffea* é a seguinte:

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Ordem: Rubiales

Família: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Na década de 40 do século XX, baseando-se apenas nas características morfológicas, e na distribuição geográfica dos exemplares de cafeeiro depositados em herbários, Auguste Chevalier elaborou uma chave taxinómica bastante completa com enorme expressão no mundo dos cafeeiros (Correia, 1995). Como proposto por Chevalier em 1947, o género *Coffea* L. é composto por quatro secções; *Paracoffea* (13 spp.), *Argocoffea* (11 spp.), *Mascarocoffea* (18 spp.) e *Eucoffea* que subdividiu em cinco subsecções onde se encontram todas as espécies com importância económica (Correia, 1995; Priyono, 2013).

A classificação mais atual considera o género *Coffea*, com 103 espécies, dividido em dois subgéneros, *Coffea* (95 spp.) e *Baracoffea* (8 spp.), sendo o primeiro composto por todas as espécies de importância económica oriundas de África, Madagáscar e Ilhas Mascarenhas, enquanto o segundo engloba apenas oito espécies que se localizam principalmente nas florestas secas da região oeste de Madagáscar (Davis *et al.*, 2006).

## 1.2. Características gerais

O cafeeiro é uma dicotiledónea perene, de porte arbustivo (Fig. 1A), podendo atingir 8-10m de altura, no estado selvagem. As raízes (Fig.1B) são cónicas, grossas e, por vezes, múltiplas. As raízes axiais são responsáveis pela fixação da planta e as horizontais garantem o fornecimento de água e nutrientes (Samper, 1968; Cardoso, 1994; Premier, 1995).

No início do desenvolvimento, as folhas nascem nos primeiros nós do caule vertical (ortotrópico), a partir do qual se diferenciam pares de ramos laterais horizontais (plagiotrópicos), os quais produzem flores e frutos nas axilas das folhas do ano anterior. As folhas são opostas, pecioladas, ovais ou lanceoladas, de cor verde ou bronzeadas quando novas, e mais tarde, verde-escuro brilhante (Cardoso, 1994; Premier, 1995; Várzea, 1995).

Cada inflorescência (Fig. 1C) corresponde a duas ou seis flores originadas nas axilas dos ramos plagiotrópicos, inicialmente verdes e, posteriormente, brancas (Fig. 1D), em plantas com dois a três anos. O ovário é biovulado, dando origem a duas sementes. Se a fecundação ocorrer apenas num dos óvulos obtém-se o grão moça ou caracodil (Samper, 1968; Cardoso, 1994; Waller *et al.*, 2007).

Os frutos (Fig. 1E) são drupas carnudas e com duas sementes (Fig. 1F) de forma elíptica ou oval e plano-convexas revestidas pelo endocarpo e mesocarpo. A cor inicial dos frutos é verde, evoluindo para amarelo e vermelho, quando maduros. Atingem o tamanho definitivo 13 semanas após a fecundação e amadurecem aos 6-9 meses, para *Coffea arabica* Linnaeus (cafeeiro Arábica) e 10-11 meses, para *Coffea canephora* Pierre ex. Froehner (cafeeiro Robusta) (Samper, 1968; Cardoso, 1994; Várzea, 1995; Waller *et al.*, 2007).

*Coffea arabica* é uma planta autogâmica e alotetraplóide, com  $2n=44$  cromossomas, enquanto as outras espécies do género *Coffea* são diplóides e alogâmicas, com  $2n=22$  cromossomas (Bettencourt, 1981; Davis *et al.*, 2006; Ferrão, 2009; Sirias, 2011).





**Figura 1** - A- Planta de Caturra Vermelho; B- Raiz (principal e lateral); C- Inflorescências; D- Flores; E- Frutos maduros; F- Sementes (originais da autora).

### 1.3. Origem e distribuição geográfica

O centro de origem do cafeeiro Arábica situa-se nas regiões montanhosas da Abissínia (Etiópia). Esta espécie está bem adaptada a altitudes elevadas (1000-2000m), com precipitações anuais bem distribuídas (1500-2000mm), intercaladas por um período de seca e temperaturas entre 15-24°C (ICO, s/d).

Desconhece-se o processo de domesticação desta espécie, mas supõe-se que as primeiras plantações de cafeeiro fora da Abissínia terão sido feitas pelos Árabes, em especial no Iémen, onde havia melhores condições para a agricultura (Cardoso, 1994; Ferrão, 2005; Waller *et al.*, 2007; Sirias, 2011). O seu uso mais antigo como bebida parece ter sido iniciado no Iémen, durante o século XIV a partir de onde se espalhou para o Médio Oriente e para a Índia no século XV (Waller *et al.*, 2007; Sirias, 2011). Segundo alguns autores, a expansão do café deve-se aos peregrinos, que nas suas longas viagens o levaram da África Oriental para a Ásia, Europa, América (onde a cultura se estabilizou devido as condições climáticas e à ausência de algumas das suas principais pragas) e novamente para a África (Ferrão, 2005; Waller *et al.*, 2007). Os Holandeses foram os primeiros europeus a levarem as suas sementes do Iémen para o sul da Índia, Ceilão e Java, em 1696. A partir desta última, o material foi levado para o continente americano,

Suriname, em 1718, utilizando o Jardim Botânico de Amsterdão como ponto de escala técnica. Apesar do esquema de segurança montado pelos Holandeses e pelas Autoridades, para evitar a expansão da cultura, esta chega ao território Francês (Martinica), de onde os Portugueses a levaram para o Brasil, em 1727 (Cardoso, 1994; Premier, 1995; Waller *et al.*, 2007).

Em África, o período de maior expansão iniciou-se nos finais do século XIX e início do século XX. Porém, anteriormente, o cafeeiro foi introduzido em São Tomé e Príncipe, a partir do Brasil, em 1789. Na mesma época, o cafeeiro foi levado pelos Portugueses para Cabo Verde, primeiro para a ilha de São Nicolau e, a partir daí, para Santiago e Santo Antão, tendo-se estabilizado apenas na ilha do Fogo (Cardoso, 1994; Ferrão, 2005).

Atualmente, o cafeeiro Arábica é produzido sobretudo na América Latina, alguns países de África Central e Oriental e Ásia (Priyono, 2013; ICO, s/d). As principais variedades comerciais são Typica, Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo, Caturra Vermelho e Caturra Amarelo (Brasil e Colômbia), Mundo Novo (Brasil), Tico (América Central), San Ramón (Costa Rica), Blue Mountain (Jamaica), Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho, Villa Sarchi entre outros (Samper, 1968; Carvalho *et al.*, 1969; Waller *et al.*, 2007).

O cafeeiro Robusta é originário das florestas equatoriais Africanas, onde as altitudes vão desde o nível médio do mar, até aos 1000m, com precipitações anuais elevadas (2000-3000mm) e temperaturas entre 24-30°C (ICO, s/d). A sua domesticação só ocorreu nos finais do século XIX na Ásia e as suas características para resistir à ferrugem alaranjada foram a sua grande vantagem nas zonas onde as condições climáticas eram desfavoráveis para o cultivo de Arábica, tornando-se a espécie mais cultivada na Ásia e na África (Cardoso, 1994).

Atualmente, o cafeeiro Robusta é produzido na África Ocidental e Central, no Sudeste Asiático, Guatemala, Equador e Brasil (ICO, s/d). As variedades mais conhecidas são Kouillou (Conillon), Guarani, Laurentii, Oka, Uganda, Crassifolia e Bukobensis (Carvalho *et al.*, 1969).

#### **1.4. Importância económica**

O café é dos produtos primários mais valiosos, a nível mundial, tendo o valor cumulativo das suas exportações alcançado 19,1 mil milhões de dólares americanos em 2012/2013 (ICO, 2014a). O seu cultivo, processamento, transporte e comercialização é uma fonte de rendimento para centenas de milhões de pessoas em todo mundo. Somente duas espécies do subgénero *Coffea* têm impacto na produção mundial do café. O cafeeiro Arábica é a espécie cultivada com maior importância económica, seguida do cafeeiro

Robusta (Davis *et al.*, 2006; Rodriguez *et al.*, 2011; Priyono, 2013). O café Arábica é economicamente mais importante, dadas as características de aroma, sabor e estimulantes da bebida (Correia, 1990).

Cálculos provisórios indicam que a produção total de Arábicas é estimada em 85,3 milhões de sacas, 4% menos que em 2012/13, pois a ferrugem do café na América Central afetou seriamente a produção, causando uma perda de cerca de 4 milhões de sacas (ICO, 2014c). A produção de Robustas, por outro lado, deve aumentar 6%, passando de 56,5 milhões de sacas, em 2012/13, para 59,9 milhões, em 2013/14. A produção mundial de café em 2013/2014 atingiu 145,2 milhões de sacas, sendo o Brasil, Vietname e Indonésia responsáveis por cerca de 60% deste valor (Quadro 1).

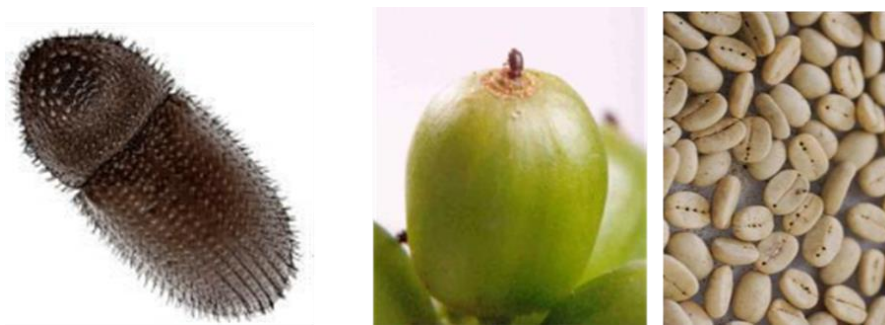
**Quadro 1** - Produção mundial de café (milhões de sacas: 60kg/saca) nos países produtores/continentes para o ano de colheita 2013/14 (Adaptado de ICO, 2014c): A- café Arábica; R- café Robusta.

<b>País/Região</b>		<b>Produção</b>
<b>Países membros da OIC</b>		<b>137 225</b>
<b>África</b>		
Angola	(R)	35
Burundi	(A)	161
Camarões	(R/A)	315
Costa do Marfim	(R)	2 100
Etiópia	(A)	6 600
Gabão	(R)	1
Gana	(R)	60
Iémen	(A)	190
Libéria	(R)	10
Malawi	(A)	21
Quênia	(A)	750
Ruanda	(A)	246
Serra Leoa	(R)	70
Tanzânia	(A/R)	791
Togo	(R)	100
Uganda	(R/A)	3 600
Zâmbia	(A)	8
Zimbabué	(A)	7
<b>América</b>		
Bolívia	(A)	128
Brasil	(A/R)	49 152
Colômbia	(A)	11 000
Costa Rica	(A)	1 437
Cuba	(A)	104
Equador	(A/R)	666
El Salvador	(A)	844
Guatemala	(A/R)	3 130
Honduras	(A)	4 200
México	(A)	3 900
Nicarágua	(A)	1 500
Panamá	(A)	100
Paraguai	(A)	20
<b>Ásia e Oceânia</b>		
Índia	(R/A)	5 075
Indonésia	(R/A)	11 667
Papua Nova Guiné	(A/R)	828
Filipinas	(R/A)	186
Tailândia	(R)	638
Timor-Leste	(A)	60
Vietname	(R/A)	27 500
<b>Países não membros da OIC</b>		<b>7 969</b>
<b>Produção mundial</b>		<b>145 194</b>

## 2. Principais pragas do cafeeiro

Os insetos constituem o grupo mais numeroso de pragas (mais de 850 espécies) que atacam o cafeeiro em todo mundo (Barrera, 2008). Devido ao facto do cafeeiro ser nativo de África, é natural que neste continente se registre grande número de espécies de insetos (23,5%) associadas a esta cultura, destacando-se a broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) (Barrera, 2008), como mais importante (Fig. 2).

Atualmente, a broca do café está presente em todos os países produtores, exceto Nepal e Papua Nova Guiné (Vega *et al.*, 2005; Burbano *et al.*, 2011; Vega, 2011). Segundo Lavabre (1970), este coleóptero origina perdas económicas na ordem dos 60-80%, no Brasil e na Jamaica, 40%, em Java, 80%, no Uganda, 60%, na Colômbia e no México, 90%, na Tanzânia, e 50- 90%, na Malásia, dependendo das condições ambientais.



**Figura 2** - Adulto e estragos causados pela broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) (fonte: Vega, 2011).

*Bixadus sierricola* (White) (Coleoptera: Cerambycidae) e *Monochamus leuconotus* (Pascoe) (Coleoptera: Cerambycidae) são duas outras espécies de importância económica, que estão presentes em todas as regiões produtoras, podendo originar perdas económicas de 60% da produção, devido às galerias que fazem no tronco, atrasando o crescimento da planta (Ferrão *et al.*, 1971). Recentemente, a sua incidência tem vindo a aumentar devido à mortalidade dos seus predadores e parasitóides, provocada pela utilização de inseticidas de largo espetro de ação, como endossulfão e clorpirifos, no combate à broca do café (Kimani *et al.*, 2002; Vega *et al.*, 2006). Igualmente, várias lagartas mineiras, *Leucoptera* spp. (Lepidoptera: Lyonetidae) (Fig. 3) estão amplamente distribuídas na região Neotropical, onde assumem estatuto de praga-chave, por causar estragos no tecido foliar, queda prematura das folhas e, conseqüentemente, perda de vigor e produtividade (Kimani *et al.*, 2002; Vega *et al.*, 2006; Barrera, 2008; CABI, 2008; Righi *et al.*, 2013). A sua incidência aumenta nos períodos de seca. Independentemente do sombreamento, a incidência desta

praga é geralmente maior nos ramos inferiores da planta, possivelmente devido a proteção contra a luz solar e de outras condições climáticas adversas (Staver *et al.*, 2001). O uso intensivo de pesticidas é um dos fatores apontados por Kimani *et al.* (2002), como principal causa da maior incidência das lagartas mineiras.

No Brasil, as cigarras (Hemiptera: Cicadidae) assumem, também, grande importância. Gallo *et al.* (1970) e Lavabre (1970) destacam *Quesada gigas* (Olivier) como a espécie de cigarra mais importante, devido a natureza dos seus estragos. As formas jovens inserem o estilete nas raízes, para se alimentarem, originando feridas que facilitam a penetração de agentes fitopatogênicos.

As cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) encontram-se assinaladas em todos os continentes produtores do café, podendo, em alguns casos, ser consideradas pragas de grande importância econômica (Lavabre, 1970). Destacam-se *Coccus viridis* (Green) (Coccidae) (Fig. 4) e algumas espécies de cochonilhas-algodão (Pseudococcidae) como sendo as que causam efeitos diretos e indiretos mais importantes, devido a sucção de seiva e injeção de toxinas no sistema vascular da planta, assim como excreção de melada, que facilita o aparecimento de fungos saprófitas (fumagina) sobre as folhas, diminuindo a sua capacidade fotossintética. Além disso, fornecem alimento às formigas, que lhes conferem proteção, podendo estas, em alguns casos, danificar as raízes do cafeeiro, devido à construção dos formigueiros (Rosado *et al.*, 2014).

As condições em que o cafeeiro é cultivado têm grande influência sobre a incidência de pragas, doenças e capacidade da planta para resistir ou tolerar os estragos causados, em função da sua fisiologia (Waller *et al.*, 2007). Assim, o número e a importância das pragas variam muito entre espécies cultivadas e regiões produtoras, em função das características edafo-climáticas. Por exemplo, no Zimbabué, Kutuwayo *et al.* (2013) consideram *M. leuconotus*, *Leucoptera meyricki* (Ghesquiere) e o percevejo *Antestiopsis orbitalis* (Kirk), como sendo as pragas mais importantes do ponto de vista econômico. Contudo, no continente Asiático, tendo como referência a Índia, destacam-se *C. viridis*, *Xilotrechus quadripes* (Chevrolat), *Planococcus citri* (Risso), *H. hampei*, como pragas mais importantes (Purseglove, 1968; Cambrony, 1989; Hall *et al.*, 2006). No Quadro 2, apresentam-se algumas das pragas consideradas mais importantes do ponto de vista econômico, a nível mundial.



**Figura 3** - Larvas de *Leucoptera coffeella* (Guerin.-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetidae) sobre a folha de cafeeiro (fonte: Kimani *et al.*, 2002).



**Figura 4** - *Coccus viridis* (Green) (Hemiptera: Coccidae) a atacar frutos verdes de cafeeiro (fonte: CABI, 2008).

**Quadro 2** - Pragas consideradas mais importantes na cafeicultura, em diferentes regiões produtoras (Adaptado de Le Pelley, 1968; Purseglove, 1968; Ferrão *et al.*, 1971; Cardoso, 1994; Premier, 1995; Dixon *et al.*, 2003; Vega *et al.*, 2006; Barrera, 2008).

Ordem/ Família	Espécie	Região	Hospedeiro
Hemiptera			
<b>Coccidae</b>	<i>Coccus viridis</i> (Green)	Ásia, ilhas do Pacífico, África	Arábica Principalmente Robusta
	<i>Saissetia coffeae</i> (Walker)		
<b>Pseudococcidae</b>	<i>Planococcus citri</i> (Risso)	África, Brasil Vietname, África	Arábica e Robusta
	<i>Planococcus kenya</i> (Le Pelly)		
Coleoptera			
<b>Cerambycidae</b>	<i>Bixadus sierricola</i> (White)	África Oriental	Robusta
	<i>Monochamus leuconotus</i> (Pascoe)	África	
	<i>Xylotrechus quadripes</i> (Chevrolat)	Ásia	Arábica
<b>Curculionidae</b>	<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)	África, Ásia, América Latina	Arábica e Robusta
	<i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff)	África, Ásia e América	Robusta
Lepidoptera			
<b>Cossidae</b>	<i>Zeuzera coffeae</i> (Nietner)	Ásia	Arábica
<b>Lyonetiidae</b>	<i>Leucoptera coffeella</i> (Guérin.-Méneville)	América do Sul e Central	Arábica
	<i>Leucoptera coffeina</i> (Washbourn)		
	<i>Leucoptera meyricki</i> (Ghesquiere)	África	Principalmente Robusta

### **3. Caracterização sumária das cochonilhas-algodão, com referência as espécies associadas ao cafeeiro**

#### **3.1. Posição sistemática e distribuição geográfica**

Embora a posição sistemática das cochonilhas-algodão seja ainda objeto de debate, nomeadamente à ordem e subordem (Miller, 2005), a maioria dos autores (e.g., Gullan *et al.*, 1997, 2003) consideram-nas parte da ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, superfamília Coccoidea e família Pseudococcidae. Esta família inclui mais de 2240 espécies, compreendidas em cerca de 300 géneros (Franco *et al.*, 2009; Le Vieux *et al.*, 2013), embora apenas algumas espécies assumam importância económica.

As cochonilhas-algodão são insetos minúsculos e de corpo mole, que sugam a seiva das plantas. O seu nome comum deriva da secreção de cera pulverulenta ou farinhenta que cobre o corpo das ninfas e fêmeas adultas da maioria das espécies. Somente as espécies que estão adaptadas para viver em locais protegidos não possuem ou tem reduzida quantidade de secreções cerosas (Downie *et al.*, 2004; Hardy *et al.*, 2008).

Segundo Miller *et al.* (2002) e Franco *et al.* (2009) a origem das cochonilhas-algodão a nível mundial segue a seguinte ordem: 46 espécies são provenientes da região Paleártica, seguido pelo Neártico com 27 espécies, Oriental com 23, Afrotropical com 19 e Australásia com 18 espécies. De todas as espécies de cochonilhas existentes, cerca de 22% são polífagas, 20% ocorrem em gramíneas, 16% em citrinos e frutos tropicais e só 6% atacam exclusivamente o cafeeiro (Miller *et al.*, 2002).

#### **3.2. Morfologia e Identificação**

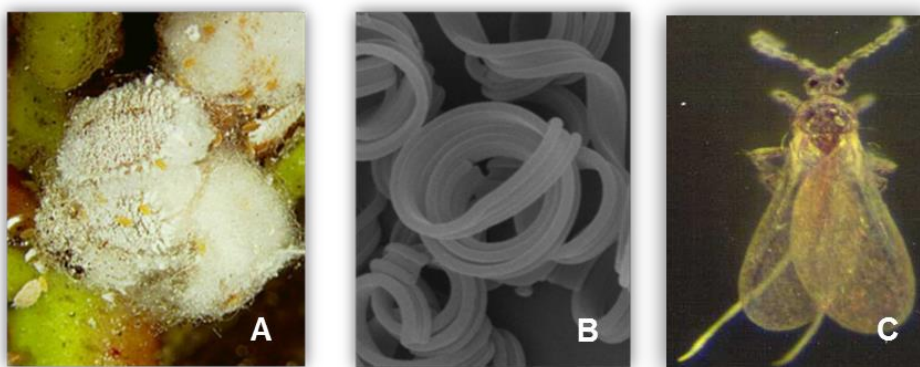
As espécies são difíceis de distinguir morfológicamente e a identificação taxinómica é baseada em chaves que descrevem as várias estruturas cuticulares das fêmeas adultas montadas em preparações microscópicas, pelo facto de serem elas que provocam estragos e por os machos serem muito pequenos, alados e raramente serem vistos na planta hospedeira (Hodgson, 1997; Franco *et al.*, 2000, Betrin *et al.*, 2010; Correa *et al.*, 2012; Le Vieux *et al.*, 2013). Os problemas de identificação abriram caminho para o desenvolvimento e utilização de ferramentas moleculares para a correta identificação dos pseudococcídeos, uma vez que é necessário saber ou conhecer o complexo de cochonilhas que se encontra no campo para poder otimizar as aplicações de inseticidas (diferentes espécies corresponde a diferentes características biológicas). Além disso, os inimigos naturais tendem a especializar-se em determinadas espécies, ou seja a correta identificação é fundamental



para o sucesso da luta biológica (Correa *et al.*, 2012). As condições sob as quais os pseudococcídeos se desenvolvem (distribuição geográfica, planta hospedeira, parte da planta atacada e época do ano) têm grande influência na variabilidade morfológica dos indivíduos, mesmo em descendentes que resultaram do mesmo progenitor (Hodgson, 1997; Franco *et al.*, 2000; Goldasteh *et al.*, 2009). Deste modo, *P. citri* tem sido muitas vezes confundido com *Planococcus minor* (Maskell) (podendo ocorrer na mesma planta e originar estragos semelhantes), *Planococcus fungicula* (Watson & Cox) e *Planococcus ficus* (Signoret) (Watson *et al.*, 1990; Franco *et al.*, 2000; Santa-Cecília *et al.*, 2005).

As espécies da família Pseudococcidae apresentam grande dimorfismo sexual (Fig. 5). Os machos exibem metamorfoses complexas (ovo, dois instares ninfais, pupa e pré-pupa, adulto), mas o desenvolvimento das fêmeas é neoténico (i.e., fêmeas adultas semelhantes às ninfas) (Gullan *et al.*, 2003). Os machos, se presentes, têm vida curta e não se alimentam. São alados, com corpo alongado e estreito. As asas mesotorácicas são bem desenvolvidas e as metatorácicas estão transformadas em húmero-halteres. Após a emergência, os machos ainda permanecem no interior do casulo por um período de cerca de 42 horas, de modo a atingirem a maturidade sexual, assinalada pelo crescimento máximo dos filamentos caudais cerosos (Franco *et al.*, 2000; Gullan *et al.*, 1997; Daane *et al.*, 2012; Mendel *et al.*, 2012), que se acredita auxiliarem na estabilização do voo (Franco *et al.*, 2009).

Em contraste com os machos, as fêmeas adultas são ápteras e sedentárias, com 0,4-0,8mm de comprimento, dependendo da espécie, e possuem cinco fases de desenvolvimento: ovo, três instares ninfais e adulto (Gullan *et al.*, 2003).



**Figura 5** - A: aglomerado de fêmeas adultas, ninfas e sacos ovíferos de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) (fonte: Goias, 2008); B: pormenor das ceras que cobrem o corpo da fêmea em microscópio eletrônico de varrimento (ampliação: 7500x) (fonte: Goias, 2008); C: macho de *P. citri*, com um par de asas bem desenvolvidas e cauda cerosa (original de Elsa Borges da Silva).

### 3.3. Biologia

Alguns autores (Kumar *et al.*, 2008, 2010; Rahiman *et al.*, 2010) têm relatado a importância das cochonilhas-algodão, na Índia, em especial as espécies *P. citri* e *Planococcus lilacinus* (Cockerell), particularmente em cafeeiros da variedade Robusta. *Planococcus citri* é mais abundante nas regiões onde predomina a variedade Robusta, embora também ocorra na variedade Arábica (Ferrão *et al.*, 1971). Esta espécie foi referenciada em cafeeiro, na Ásia (Ilha Formosa, Java) em África (Angola, Quênia, Uganda), na América Central (Guatemala, Antilhas), e na América do Sul (Argentina), podendo completar mais de oito gerações por ano (Le Pelley, 1968; Correa *et al.*, 2005; Lavabre, 1970; Ferrão *et al.*, 1971; Ocaranza, 1995; Santa-Cecília *et al.*, 2002; Willink *et al.*, 2003). No Brasil, as populações desta cochonilha aumentam sensivelmente a partir de setembro, época de início da rega para indução floral, prolongando-se até março-abril, período no qual a densidade da praga diminui, podendo ocorrer entre seis a 11 gerações, no sul e nordeste, respectivamente (Correa *et al.*, 2005; Daane *et al.*, 2012).

### 3.4. Importância económica

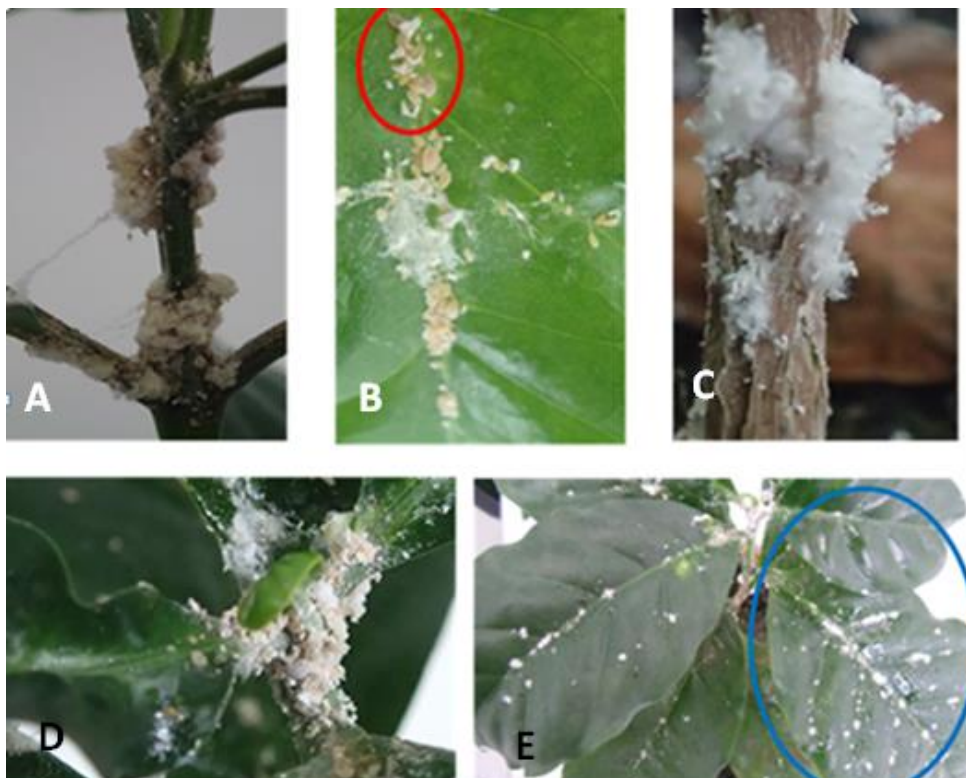
A importância das cochonilhas-algodão está associada, direta ou indiretamente, aos estragos que provocam no hospedeiro vegetal, através da atividade alimentar (Fig. 6 e 7). Os efeitos diretos resultantes da alimentação e da espoliação de seiva são de natureza fisiológica e podem manifestar-se tanto ao nível dos órgãos atacados (e.g. descoloração, manchas cloróticas, queda de folhas, queda prematura dos frutos, abscisão dos frutos recém vingados), como a nível da planta (e.g. enfraquecimento). Já os efeitos indiretos estão relacionados com excreção de melada, podendo originar alterações fisiológicas (e.g. fotossíntese, transpiração), e afetar o valor comercial da produção, devido a interação estabelecida com alguns lepidópteros e determinados fungos saprófitas (fumagina) (Vranjic, 1997; Franco, 1997; Franco *et al.*, 2000; Silva, 2000; Santa-Cecília *et al.*, 2002; Culik *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2007; Polat *et al.*, 2008; Correa *et al.*, 2012). Segundo Le Vieux *et al.* (2013), a capacidade de causar estragos de maior ou menor importância económica dos pseudococcídeos está relacionado com a quantidade de melada excretada, o tempo de desenvolvimento e a taxa de reprodução, o facto de se alimentarem ou não de todas as partes da planta e o número de hospedeiros alternativos.

O transporte comercial de produtos vegetais, como sementes, raízes, folhas, ramos, frutos e flores ou mesmo a planta inteira, constitui uma fonte importante para a disseminação das cochonilhas-algodão, por diferentes regiões. O seu tamanho reduzido e comportamento críptico faz com que, muitas vezes, não sejam detetadas em inspeções de

quarentena (Williams *et al.*, 1988; Portilla *et al.*, 2004), tornando-se frequentemente em espécies invasoras, que podem originar prejuízos de mil milhões de dólares anualmente (Miller, 2005).



**Figura 6** - Ataque de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) nas estufas de cafeeiro do CIFC /IICT- Oeiras, com presença de fumagina nas folhas e frutos (originais da autora).



**Figura 7**- Cochonilhas-algodão em plantas de cafeeiros mantidos em gaiolas de tule para impedir a troca de insetos com o exterior no laboratório do ISA. A- posturas, 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> instar e adultos ao longo do tronco e ramos; B- libertação da exúvia (círculo vermelho); C- casulo de machos na parte inferior do tronco; D- vários estádios de desenvolvimento das cochonilhas no pecíolo das folhas; E- cochonilhas ao longo das nervuras das folhas com presença de melada (círculo azul) (originais da autora).

Segundo Ben-Dov (2014), cerca de 50 espécies de cochonilhas-algodão estão referenciadas em cafeeiro, a nível mundial, englobando 16 géneros (Quadro 3), embora apenas algumas dessas espécies sejam consideradas pragas de importância económica. No Brasil, Santa-Cecília *et al.* (2005), referem nove espécies de cochonilhas-algodão das quais seis ocorrem nas raízes do cafeeiro e três na parte aérea. As plantas atacadas por *P. citri*, *P. minor* e *Pseudococcus longispinus* (Targioni -Tozzetti) durante a floração podem não vingam os frutos, assim como os frutos atacados podem cair prematuramente originando perdas económicas superiores a 30% e em casos de grandes infestações pode atingir os 100% da produção. *Planococcus minor* representa aproximadamente 90% do complexo das cochonilhas que atacam o cafeeiro na Nova Guiné, estimando-se que causa uma redução de 70-75% no rendimento da cultura (Venette *et al.*, 2004). Igualmente, na América Central as perdas podem chegar aos 50% (Staver *et al.*, 2001).

Uma outra cochonilha-algodão, *Planococcus kenyae* (Le Pelley) foi introduzida no Quênia, a partir da Uganda, onde nunca foi considerada praga de importância económica, por possuir inúmeros parasitóides indígenas. No Quênia, esta espécie foi considerada praga-chave, em 1923, em vários distritos, originando perdas económicas na ordem dos 10%. Após várias tentativas de luta biológica clássica, os parasitóides introduzidos a partir da sua região de origem reduziram as perdas para 2,5%, tornando-se então praga-secundária. Recentemente, os ataques registados em cafeeiros jovens resultam dos efeitos secundários de fatores como a poeira e o uso frequente de inseticidas (CABI, 2012). Thuy *et al.* (2011) fazem referência ao surto de cochonilhas-algodão, ocorrido no período de 2004-2005, em 27418ha, no Vietname, distrito de Daklak, dos quais 2873ha foram afetados severamente. Destaca-se *Planococcus kraunhiae* (Kuwana), como praga-chave e com ampla distribuição neste distrito, que representa mais de 85% da área de produção de café, no Vietname. *Planococcus lilacinus* é considerado como a cochonilha das raízes e *Planococcus* sp. como a cochonilha da base do tronco.

As cochonilhas *P. minor*, *P. kenyae* e *P. citri* estão referenciadas como espécies que atacam a parte aérea do cafeeiro, enquanto *P. fungicula*, *P. lilacinus* e *Planococcus radicum* (Watson & Cox) são consideradas as principais cochonilhas das raízes do cafeeiro em África, onde *P. minor* é frequentemente confundida com *P. citri*, o que torna o seu controlo mais difícil (Watson *et al.*, 1990, Martínez *et al.*, 2007). Do mesmo modo, as cochonilhas da parte aérea são confundidas com as das raízes, sendo que estas últimas assumem estatuto de praga mais importante no Uganda, Quênia, Tanzânia e Zimbabué (Watson *et al.*, 1990).

Muitas das espécies de cochonilhas referenciadas no cafeeiro são conhecidas por transmitir vírus a várias culturas, como bananeiras (Kubiriba *et al.*, 2001; Watson *et al.*, 2005), cacauzeiro (Ackonor, 2001; Campbell, 2013), pimenta-preta (Bhat *et al.*, 2003; Tanwar *et al.*, 2007), videira (Borbón, 2004; Le Vieux *et al.*, 2013) cana-de-açúcar (Chung *et al.*,

2012), abacaxi (Borroto *et al.*, 1998; Santa-Cecília *et al.*, 2004), arroz (Abo *et al.*, 1997; Chung *et al.*, 2012), cerejas (Eastwell, 2004), tabaco (Newton, 1953), citrinos (Ahlawat *et al.*, 2003), entre outras culturas economicamente importantes. No entanto, não existe até à data informação disponível sobre a possibilidade de transmissão de vírus em cafeeiro.

**Quadro 3** - Cochonilhas-algodão referenciadas em cafeeiro e a respetiva região (Adaptado de Le Pelley, 1968, Martinez *et al.*, 2007; Williams *et al.*, 2009; Ben-Dov, 2014): a) região de estudo não definida.

Género	Espécie	Descritor	Região
<i>Archeomyrmococcus</i>	<i>dolichoderi</i>	Williams	Sul da Ásia
<i>Coccidohystrix</i>	<i>insolita</i>	(Green)	Sul da Ásia
<i>Crisicoccus</i>	<i>hirsutus</i>	(Newstead)	Sul da Ásia
<i>Delottococcus</i>	<i>aberiae</i>	(De Lotto)	África
<i>Dysmicoccus</i>	<i>brevipes</i>	(Cockerell)	África, Ilhas do Pacífico, Colômbia, Califórnia
<i>Dysmicoccus</i>	<i>caribensis</i>	Granara deWillink	América Central e Sul
<i>Dysmicoccus</i>	<i>debregeasiae</i>	(Green)	Sul da Ásia
<i>Dysmicoccus</i>	<i>gracilis</i>	Granara deWillink	América Central e Sul
<i>Dysmicoccus</i>	<i>grassii</i>	(Leonardi)	América Central e Sul
<i>Dysmicoccus</i>	<i>lepellei</i>	(Betrem)	Sul da Ásia
<i>Dysmicoccus</i>	<i>mackenziei</i>	Beardsley	América Central e Sul
<i>Dysmicoccus</i>	<i>neobrevipes</i>	Beardsley	Ilhas do Pacífico, América Central e Sul
<i>Dysmicoccus</i>	<i>nesophilus</i>	Williams & Watson	Ilhas do Pacífico
<i>Dysmicoccus</i>	<i>probrevipes</i>	(Morrison)	a)
<i>Dysmicoccus</i>	<i>radicis</i>	(Green)	Brasil
<i>Dysmicoccus</i>	<i>subterreus</i>	Williams	Sul da Ásia
<i>Dysmicoccus</i>	<i>texensis</i>	(Tinsley)	América Central e Sul
<i>Dysmicoccus</i>	<i>varius</i>	Granara deWillink	América central e Sul
<i>Ferrisia</i>	<i>kondoi</i>	Kaydan & Gullan	a)
<i>Ferrisia</i>	<i>virgata</i>	(Cockerell)	África, América Central e Sul, Sul da Ásia, Ilhas do Pacífico
<i>Formicococcus</i>	<i>formosus</i>	(De Lotto)	África
<i>Formicococcus</i>	<i>greeni</i>	(Vayssiere)	Madagáscar
<i>Formicococcus</i>	<i>ireneus</i>	(De Lotto)	África
<i>Formicococcus</i>	<i>njalensis</i>	(Laing)	África, Costa Rica
<i>Formicococcus</i>	<i>robustus</i>	(Ezzat & McConnell)	Sul da Ásia
<i>Hypogeococcus</i>	<i>boharti</i>	Miller	América Central e Norte
<i>Maconellicoccus</i>	<i>hirsutus</i>	(Green)	Caraíbas, África
<i>Maconellicoccus</i>	<i>ugandae</i>	(Laing)	África
<i>Nipaecoccus</i>	<i>coffea</i>	(Hempel)	América central e Sul
<i>Nipaecoccus</i>	<i>filamentosus</i>	(Cockerell)	Caraíbas
<i>Nipaecoccus</i>	<i>nipae</i>	(Maskell)	a)

**Quadro 3** - Cochonilhas-algodão referenciadas em cafeeiro e a respectiva região (Adaptado de: Le Pelley, 1968; Martinez *et al.*, 2007, Williams *et al.*, 2009; Ben-Dov, 2014): a) região de estudo não definida (continuação).

<b>Gênero</b>	<b>Espécie</b>	<b>Descritor</b>	<b>Região</b>
<i>Nipaecoccus</i>	<i>pseudofilamentosus</i>	(Betrem)	Java
<i>Nipaecoccus</i>	<i>viridis</i>	(Newstead)	África, Sul da Ásia
<i>Paracoccus</i>	<i>burnerae</i>	(Brain)	Quênia
<i>Paracoccus</i>	<i>cognatus</i>	Williams	Sul da Ásia
<i>Paracoccus</i>	<i>limuricus</i>	(De Lotto)	África
<i>Paraputo</i>	<i>leverii</i>	(Green)	Ilhas do Pacífico
<i>Phenacoccus</i>	<i>hargreavesi</i>	(Laing)	África
<i>Phenacoccus</i>	<i>maderensis</i>	(Green)	Cuba
<i>Planococcus</i>	<i>albi</i>	Mtnez & Suris	Cuba
<i>Planococcus</i>	<i>angelicus</i>	Mtnez & Suris	Cuba
<i>Planococcus</i>	<i>angkorensis</i>	(Takahashi)	Sul da Ásia
<i>Planococcus</i>	<i>citri</i>	(Risso)	Zimbabuê, América Central e Sul
<i>Planococcus</i>	<i>fungicola</i>	Watson & Cox	África
<i>Planococcus</i>	<i>halli</i>	Ezzat & McConnell	América Central e Sul
<i>Planococcus</i>	<i>kenyae</i>	(Le Pelley)	África
<i>Planococcus</i>	<i>kraunhia</i>	(Kuwana)	Coreia, Ilha Formosa
<i>Planococcus</i>	<i>lilacinus</i>	(Cockerell)	Filipinas
<i>Planococcus</i>	<i>minor</i>	(Maskell)	Ilhas do Pacífico, América Central e Sul
<i>Planococcus</i>	<i>radicum</i>	Watson & Cox	África
<i>Pseudococcus</i>	<i>concovocerarii</i>	James	África
<i>Pseudococcus</i>	<i>cryptus</i>	Hempel	Ilhas do Pacífico, Sul da Ásia
<i>Pseudococcus</i>	<i>elisae</i>	Borchsenius	Brasil
<i>Pseudococcus</i>	<i>jackbeardsleyi</i>	Gimpel & Miller	Colômbia
<i>Pseudococcus</i>	<i>kikuyuensis</i>	James	África
<i>Pseudococcus</i>	<i>landoi</i>	(Balachowsky)	América Central e Sul
<i>Pseudococcus</i>	<i>longispinus</i>	(Targioni Tozzetti)	América Central e Sul, Ilhas do Pacífico, Sul da Ásia
<i>Pseudococcus</i>	<i>occiduus</i>	De Lotto	África
<i>Pseudococcus</i>	<i>pseudocitriculus</i>	Betrem	Java
<i>Pseudococcus</i>	<i>sociabilis</i>	Hambleton	Colômbia
<i>Pseudococcus</i>	<i>solomonensis</i>	Williams	Ilhas do Pacífico
<i>Pseudococcus</i>	<i>viburni</i>	(Signoret)	Ilha de Santa Helena
<i>Rastrococcus</i>	<i>iceryoides</i>	(Green)	Sul da Ásia
<i>Rastrococcus</i>	<i>spinus</i>	(Robinson)	Java
<i>Rastrococcus</i>	<i>vicorum</i>	Williams & Watson	Ilhas do Pacífico, Sul da Ásia

### 3.5. Relações mutualistas

Frequentemente as cochonilhas-algodão encontram-se associados a vários insetos, devido à produção de melada. Um exemplo deste tipo de associação é o mutualismo entre determinadas formigas e as cochonilhas-algodão (Gullan *et al.*, 1997; Sharma *et al.*, 2011). Segundo Styrsky *et al.* (2007), a interação entre formigas e os excretos de melada tanto pode ser negativa, como positiva. Negativa na medida em que interfere com a sobrevivência, abundância e distribuição espacial dos seus inimigos naturais. Por outro lado, essa interação pode dificultar a incidência de outras pragas. Cerca de 27 espécies de formigas foram registadas em associação com homópteros em cafeeiros na Índia (Somarriba *et al.*, 2004), das quais nove associadas a cochonilhas-algodão. Destacam-se *Crematogaster* sp., *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius), *Anoplolepis longipes* (Jerdon), *Oecophylla smaragdina* (Fabricius), *Myrmecaria brunnea* (Saunders), *Technomyrmex albipes* (Smith), *Paratrechina longicornis* (Latreille), *Acropyga* sp. e *Plagiolepis* sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Venkataramiah *et al.*, 1989).

### 3.6. Táticas de proteção

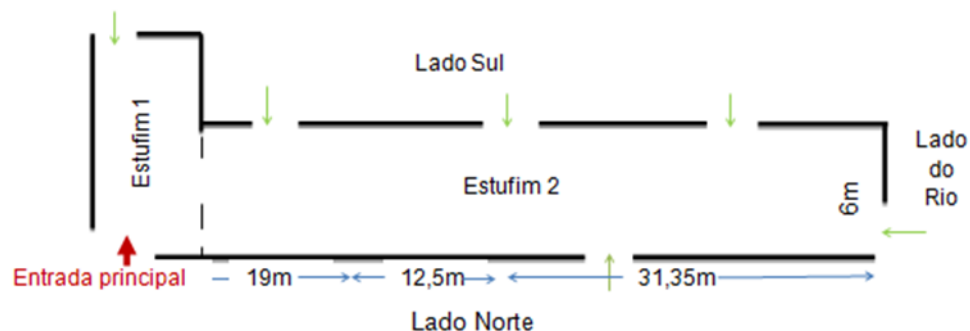
A luta química é a tática mais utilizada no combate a cochonilhas-algodão (Franco, 1997; Franco *et al.*, 2003; 2004). Contudo, o comportamento críptico destas cochonilhas, que as protege da exposição aos inseticidas, e o revestimento ceroso do corpo, que dificulta a penetração dos mesmos, são fatores que frequentemente condicionam a eficácia da luta química (Franco *et al.*, 2003; 2004; Zada *et al.*, 2003). A luta biológica é uma alternativa mais sustentável. Os predadores mais frequentemente utilizados incluem o coccinelídeo *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) e o licaenídeo *Spalgis epeus* Westwood. Entre os parasitóides, são de referir os encirtídeos *Leptomastix dactylopii* (Howard) e *Coccidoxenoides peregrinus* (Timkerlake) (Irulandi *et al.*, 2006; Rao *et al.*, 2006; Kumar *et al.*, 2010), com resultados satisfatórios em vários países produtores de café, como Índia, Quênia, Costa Rica e Brasil (Compere, 1937; Le Pelley, 1943, 1968; Krishnamoorthy *et al.*, 1987; Anga *et al.*, 1999). *Leptomastix dactylopii* é o parasitóide mais importante, introduzido pela primeira vez na Índia, a partir de Trindade, para o controlo biológico de *P. citri*, e originando taxas de parasitismo de cerca de 85%, em várias regiões produtoras de café (Reddy *et al.*, 1992; Rahiman *et al.*, 2010).

Apesar do seu papel importante na limitação das populações da praga, muitas vezes estes não são capazes de impedir que as cochonilhas atinjam níveis populacionais inaceitáveis do ponto de vista económico (Rahiman *et al.*, 2010), sobretudo em condições de estufa (Cloyd, 2005).

### III. MATERIAL E MÉTODOS

#### 1. Caracterização da estufa e das variedades de cafeeiros utilizadas no trabalho experimental

O trabalho experimental realizou-se nas estufas do CIFC/IICT. O CIFC dispõe de 0,5ha de estufas, onde se realizam estudos no âmbito das doenças do cafeeiro. Embora existam várias estufas com historial de ataques de cochonilhas, a escolha do Estufim 2 (Fig. 8) baseou-se na sua dimensão (377,1m<sup>2</sup>), nas diferentes variedades, na intensidade dos ataques de cochonilhas-algodão e na garantia da não execução de operações que pudesse comprometer a viabilidade dos dados para a realização desta Dissertação.



**Figura 8** - Planta do Estufim 2, com as respetivas dimensões, onde se realizou o trabalho experimental.

As variedades de cafeeiro arábica presentes no Estufim 2 foram descritas segundo Bettencourt (1981). A localização de cada uma das variedades, assim como os respetivos códigos de identificação estão assinalados nos Anexos 1 e 2, respetivamente. As variedades Caturra e Villa Sarchi de *C. arabica* são mutações para porte baixo de Bourbon, sendo que a primeira foi encontrada perto da cidade de Caturra, no Brasil, nos anos 1930 e a segunda, na Costa Rica. A variedade Catuaí de *C. arabica* é um híbrido de Caturra e Mundo Novo, criado no Brasil, nos finais dos anos 1940. Catimor é um híbrido obtido a partir do cruzamento artificial do cafeeiro CIFC19/1 da variedade Caturra Vermelho com o cafeeiro CIFC 832/1, Híbrido de Timor (HDT), realizado por investigadores do CIFC. O cruzamento entre Catuaí e Catimor deu origem à variedade Cavimor. A variedade Sarchimor é um híbrido entre Villa Sarchi e HDT CIFC 832/2.



## 2. Operações culturais e tratamentos fitossanitários

As práticas realizadas durante o trabalho experimental incluíram a rega (duas vezes por mês no inverno e uma vez por semana, no verão), pintura dos vidros com cal em maio e apanha dos frutos nos dias 5 de março e 7 de maio de 2014, após a observação das plantas. Realizou-se um tratamento inseticida, com clorpirifos (Dursban 4) na concentração de 16ml de substância ativa por 80 litros de água, no dia 16 de maio de 2014, para as cochonilhas-algodão, a fim de reduzir a densidade populacional e impedir o definhamento das plantas mais infestadas. No Quadro 4, referem-se outras operações realizadas durante o ano, fora do período experimental.

**Quadro 4** - Operações culturais realizados no Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras), fora do período experimental.

<b>Operação</b>	<b>Frequência</b>
<b>Poda</b>	Uma vez por ano (primavera)
<b>Adubo</b>	Foliar: Basfoliar 10 – 4 – 7 SL (10% azoto, 4% fósforo, 7% de potássio) duas a três vezes por ano Solo: Sulfato de amónio (21 % azoto e 60% de trióxido de enxofre) duas vezes em três meses
<b>Outras</b>	Picar a terra uma vez por ano, ou mudar totalmente, de quatro em quatro anos Lavagem das folhas infestadas de cochonilhas-algodão com água e detergente

## 3. Recolha e identificação das espécies de cochonilhas-algodão, respetivos parasitóides e formigas associadas

Na primeira visita ao CIFC/IICT, 23 de Outubro de 2013, recolheram-se cochonilhas-algodão, em todas as plantas em que se detetaram infestações, de diferentes variedades de cafeeiro, com vista à posterior identificação das espécies presentes. As cochonilhas que se encontravam no estado de fêmea adulta foram colocadas, com auxílio de uma agulha ou pincel, em solução de conservação (ácido acético e álcool 96% (1:3)), em tubos de Eppendorf, para posterior identificação. Os restantes indivíduos foram mantidos em criação, em laboratório, até atingirem o estado adulto, altura em que também foram colocados em solução de conservação e posteriormente identificados. Como substrato vegetal para a criação destas cochonilhas, utilizaram-se batatas abrolhadas, da variedade Desirée, tendo as folhas de cafeeiro infestadas sido colocadas, juntamente com as batatas, em caixas de plástico fechadas, com tampa hermética, com dois orifícios, revestidos com tecido, para permitir o arejamento, e mantidas em condições de laboratório (19-25°C). Os parasitóides

emergidos, durante este processo, foram recolhidos e conservados em álcool a 70%, até à sua identificação.

Sempre que se detetou a presença de formigas, estas foram recolhidas para tubos de Eppendorf com álcool 70%, para posterior identificação (Quadro 5).

**Quadro 5** - Caracterização das plantas de cafeeiro do Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras), onde foram recolhidas as formigas durante o período experimental (2013-2014).

<b>Data</b>	<b>Órgão/localização</b>	<b>Código da planta</b>	<b>Nº amostras</b>	<b>Nº exemplares</b>
23 out	Folhas	1691/9	1	5
21 jan	Tronco	7963/73	1	6
		7960/4	1	7
18 fev	Sob as cochonilhas	13683/18	1	5

Foram, ainda, recolhidas cochonilhas, em três estufas vizinhas ao Estufim 2 (Quadro 6), a fim de conhecer o complexo de cochonilhas-algodão e respetivos inimigos naturais.

**Quadro 6** - Local e hospedeiro vegetal onde foram colhidas amostras de cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae), para identificação. Todas as amostras foram colhidas no dia 2 de abril de 2014.

<b>Local/ Estufa</b>	<b>Hospedeiro</b>	<b>Nº amostras</b>
Estufim 2	Sarchimor CIFC 13683/36	1
	Catimor CIFC 7960/31	1
	Catuai CIFC 8223/61	1
Tanque 1	CIFC 19999/14	1
Estufa das culturas	Matari CIFC 849/1	1
	Caturra CIFC 19/1	1
Cacaus	CIFC 128/2 (diferenciador de ferrugem)	1
	CIFC H 604/2	1

Todas as fêmeas adultas de cochonilhas-algodão obtidas foram sujeitas aos procedimentos necessários para obter preparações microscópicas que permitissem o seu estudo morfológico e identificação. Para o efeito, utilizou-se o método de Williams & Watson (1988) (Anexo 3).

A determinação das espécies foi efetuada pelo Professor José Carlos Franco (ISA/ULisboa) e, posteriormente, confirmada pelos Professores Agatino Russo e Gaetana Mazzeo (Universidade de Catania, Itália).

Para a identificação das formigas, recorreu-se à observação morfológica dos indivíduos ao microscópio estereoscópico (15x ampliação; Nikon SMZ-2B, Japan). Os exemplares foram identificados pela Mestre Vera Zina (ISA/ULisboa), com base em Collingwood & Prince (1998).

#### **4. Monitorização da população de cochonilhas-algodão em cafeeiros**

##### **4.1. Observação visual**

A monitorização do nível de infestação dos cafeeiros com cochonilhas-algodão decorreu de janeiro a junho de 2014 e consistiu na observação visual de 112 plantas de *C. arabica*, semeadas em vasos individuais (50cm diâmetro x 51cm altura). No primeiro bloco, existiam 43 plantas de Sarchimor e cinco de Cavimor (n=48); no segundo bloco, existiam 45 plantas de Catimor, 1 Sarchimor, 1 Cavimor e 1 Villa Sarchi (n=48); e o terceiro bloco era constituído por 14 plantas de Catuaí, 1 Villa Sarchi e 1 Catimor (n=16).

Procedeu-se à avaliação quantitativa, quinzenal, da intensidade de infestação, com base na seguinte escala:

- 0 - ausência de cochonilhas;
- 1 - infestação fraca (fêmeas isoladas, colónias ou ninfas isoladas);
- 2 - infestação moderada (presença de posturas, 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> instares em alguns ramos);
- 3 - infestação forte (presença de posturas e todos os estádios de desenvolvimento nos órgãos de todos ou quase todos os ramos).

Os dados obtidos foram registados em folhas de campo (Anexo 4) e, posteriormente, introduzidos em base de dados. A periodicidade das observações e o respetivo tempo de observação por cada visita à estufa estão referidas no Quadro 7.

Foi, ainda, avaliado o vigor das plantas, para posteriormente se analisar a possível relação entre vigor e nível de infestação, mediante a presença do número de folhas:

- a) vigor elevado (todos os ramos tem folhas);
- b) vigor médio (alguns ramos sem folhas);
- c) vigor fraco (folhas apenas nos ramos superiores da copa).

**Quadro 7** - Data de observação e respetivo tempo de cada observação realizada para determinar o nível de infestação dos cafeeiros por cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae) no Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras).

Data	Horas	
	Início	Fim
07-jan	10:20	11:40
20-jan	10:25	11:40
05-fev	10:00	11:20
18-fev	09:40	11:00
05-mar	10:00	11:30
18-mar	10:15	11:40
02-abr	10:15	11:40
14-abr	11:30	12:50
30-abr	09:50	11:40
13-mai	09:50	11:50
28-mai	09:50	12:00
11-jun	09:30	11:00

#### 4.2. Curva de voo dos machos

A monitorização do voo dos machos de *P. citri* foi efetuada através de armadilhas sexuais do tipo placa retangular de cor branca (15cm x 15cm), com uma das faces coberta de substancia adesiva, de forma a funcionar como superfície de retenção dos insetos atraídos, e ativadas com difusores de feromona sexual de síntese, comercializados pela Biosani (Fig. 9). Foram instaladas duas armadilhas, na parcela experimental, num ramo do interior da copa de duas plantas escolhidas ao acaso, distando entre si 17m, para minimizar interferências entre armadilhas. As armadilhas foram colocadas a 1m-1,5m de altura, no quadrante sudoeste.

Os difusores foram substituídos de 4 em 4 semanas. No final de abril, a mudança dos difusores de feromona das duas armadilhas passou a ser desfasada, entre si, com um intervalo de 15 dias, de modo a atenuar o efeito resultante do facto da taxa de difusão de feromona diminuir ao longo do tempo. As observações foram realizadas semanalmente e, em cada observação, as armadilhas eram substituídas e transportadas para o laboratório, a fim de proceder à contagem dos machos capturados, por observação em microscópio estereoscópico (20x; Nikon SMZ-2B). A monitorização foi realizada entre 21 de janeiro e 18 de junho de 2014. As temperaturas médias diárias foram estimadas a partir das temperaturas máximas e mínimas registadas através de um termómetro (TFA, Germany) instalado na estufa.



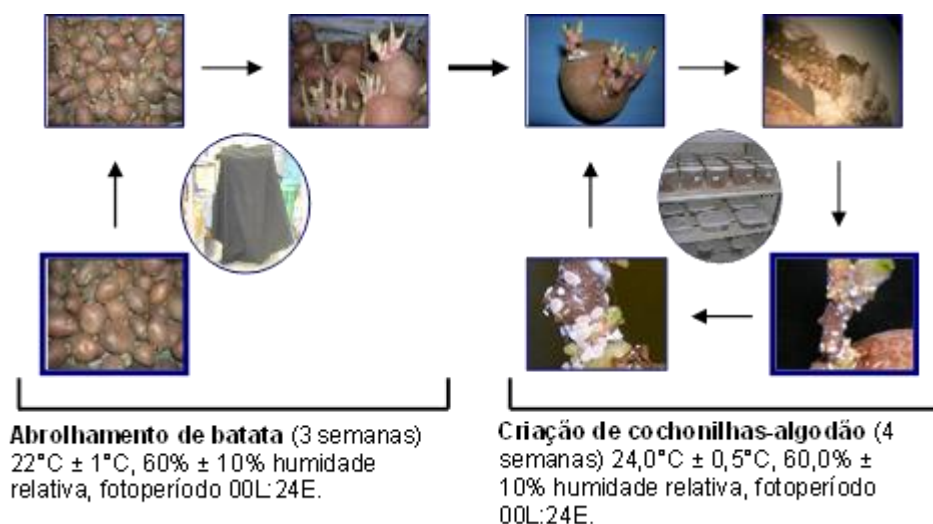
**Figura 9-** Armadilha sexual do tipo placa (15cm x 15cm) instalada em cafeeiro, no Estufim 2 (CIFC/IICT, Oeiras), para captura dos machos de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) (original da autora).

## **5. Estimativa do desenvolvimento da cochonilha-algodão, *Planococcus citri* (Risso) em duas variedades de cafeeiro, com diferente suscetibilidade à ferrugem alaranjada**

### **5.1. Criação da cochonilha-algodão em laboratório**

Os exemplares de *P. citri* utilizados nos ensaios foram obtidos a partir de fêmeas em postura colhidas em laranjeira-doce, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, na região de Silves, no Algarve.

A criação de *P. citri* (Fig. 10) foi efectuada em brotos de batata (*Solanum tuberosum* L.), da variedade Desirée, em condições controladas ( $24^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $60\%\pm 10\%$  Hr., fotoperíodo 00L:24E). A obtenção das batatas abrolhadas incluiu várias etapas, nomeadamente lavagem e armazenamento das batatas, em condições de laboratório, durante cerca de 20 dias, em tabuleiros cobertos por tecido negro, de modo a impedir a exposição à luz, com o objetivo de prevenir a produção de solanina, composto tóxico para as cochonilhas-algodão. Os brotos foram pulverizados frequentemente com água, para manter a humidade.



**Figura 10** - Esquema da criação da cochonilha-algodão, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), em laboratório (original de Elsa Borges da Silva).

Para o início da criação, escolheram-se batatas com dois brotos uniformes, que foram infestados com uma pequena porção de postura de *P. citri*. Os processos de obtenção de batatas abrolhadas e de criação das cochonilhas foram realizados em diferentes locais, para evitar contaminação das batatas durante o desenvolvimento dos brotos. De seguida, colocou-se papel absorvente na base da caixa plástica com dois tubérculos infestados, fechada com tampa hermética com dois orifícios, revestidos com tecido para permitir o arejamento, que foi mantida em câmara climatizada até se obterem fêmeas no início de postura, para se proceder à infestação. As bancadas foram limpas, sempre antes e após a sua utilização com papel absorvente e álcool etílico 90°.

## 5.2. Obtenção de plantas jovens de cafeeiros

Utilizaram-se plantas de *C. arabica* (Caturra vermelho – CIFC19/1) que é suscetível a ferrugem e uma outra variedade resistente, resultado da mistura de Catimor (Catimor CIFC 45). Os cafeeiros foram obtidos de sementes e cresceram em vasos coletivos contendo uma mistura de terra preta, terra vegetal, turfa e areia na proporção 1:3:1:2 (v/v/v/v). A sementeira foi realizada em julho de 2013, tendo sido necessário aguardar cerca de 3 meses para o aparecimento do par de folhas cotiledonares. Nesta altura, as plantas foram transferidas para vasos individuais (16cm diâmetro x 15cm altura), com a mesma mistura, mas na proporção de 1:3:1:1 (v/v/v/v). As plantas foram sempre mantidas em condições de estufa.

### **5.3. Infestação das plantas jovens com cochonilhas-algodão**

Após a transferência das plantas para os vasos individuais, foram escolhidas aleatoriamente vinte e quatro plantas, correspondendo a doze repetições para cada uma das variedades. Aguardou-se o aparecimento dos dois primeiros pares de folhas para iniciar o processo de infestação.

As fêmeas foram desalojadas dos brotos de batata, com auxílio de uma agulha entomológica, de modo a evitar que partissem os estiletos da armadura bucal, no processo de transferência para cafeeiro. A infestação foi feita numa sala própria para inoculações, tendo depois as plantas sido transferidas para uma estufa isolada de modo a evitar contaminações.

### **5.4. Monitorização do desenvolvimento da cochonilha-algodão**

As observações foram realizadas semanalmente, envolvendo a inspeção de cada planta, com o auxílio de uma lupa de bolso, para registar a evolução dos vários estádios de desenvolvimento da cochonilha-algodão. Nas plantas com elevadas ninfas do 2º instar, procedeu-se à eliminação de exemplares para evitar problemas de competição intraespecífica excessiva.

No final da primeira geração, mediu-se o tamanho das plantas e contabilizou-se o número de folhas por planta, excluindo as folhas cotiledonares, com o objetivo de avaliar o vigor de cada uma das variedades. Finalmente, todas as plantas foram arrancadas, a fim de verificar a presença de cochonilhas nas raízes.

## **6. Análise estatística**

Para a análise estatística, utilizou-se o Teste-t de Student para duas amostras independentes a fim de comparar as médias do nível de infestação nas variedades Sarchimor e Catimor. A variedade Catuaí não foi usada nesta análise, uma vez que a dimensão da amostra foi relativamente pequena (16 plantas), quando comparada com as outras duas (48 plantas). Foi realizado, igualmente, o mesmo teste para comparar o número médio de fêmeas de *P. citri* que atingiram o estado adulto nas duas variedades de cafeeiro utilizadas no estudo sobre o desenvolvimento da cochonilha.

Na elaboração dos gráficos considerou-se apenas as três variedades mais representativas, no entanto não foram excluídas as outras variedades que se encontravam

em minoria. Assim, o primeiro bloco foi designado de Sarchimor (n=48), o segundo de Catimor (n=48) e o terceiro de Catuaí (n=16) (Anexos 1 e 2).

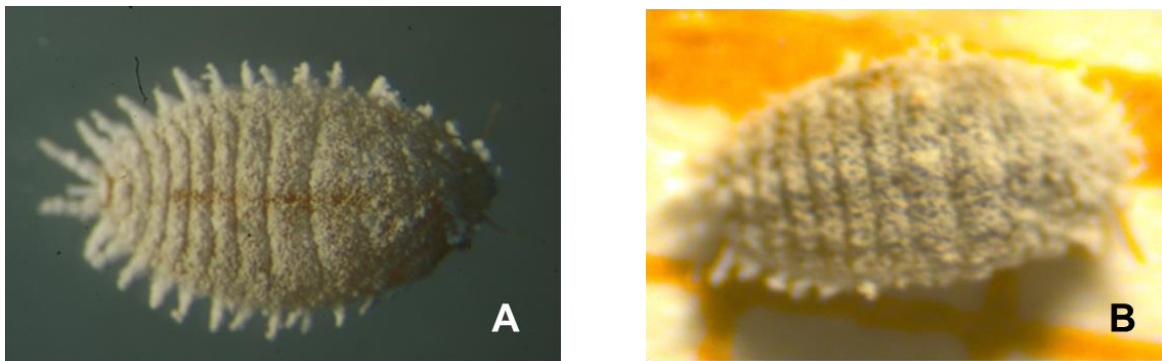
Os dados são apresentados como média  $\pm$  erro padrão. O nível de significância foi assinalado como  $\alpha = 0,05$ . Todas as análises foram realizadas com recurso ao programa IBM SPSS statistics 22,0 para Windows (Inc. Chicago, EUA).



## IV. RESULTADOS

### 1. Identificação das espécies de cochonilhas-algodão, respetivos parasitóides e formigas associadas

Os exemplares de cochonilhas-algodão colhidos nas estufas do CIFIC/IICT foram identificados como pertencendo às espécies *P. citri* (Estufim 2), e *Phenacoccus madeirensis* Green (Tanque 1 e Colômbia) (Fig.11).



**Figura 11-** Fêmeas de cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae) recolhidas nas estufas do CIFIC/IICT (Oeiras): A- *Planococcus citri* (Risso) (original de Elsa Borges da Silva); B- *Phenacoccus madeirensis* Green (original de Vera Zina).

A partir do material mantido em laboratório, foi possível recolher parasitóides associados a *P. citri*, nomeadamente a espécie *Anagyrus* sp. próx. *pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) (Fig. 12A). Duas espécies não identificadas de *Anagyrus* (Fig. 12B) foram obtidas de *P. madeirensis*.



**Figura 12 -** *Anagyrus* sp. próx. *pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae): A – fêmea (em baixo) e macho (em cima) (original de Elisabete Cortegano); B- fêmea (original de Zvi Mendel).

Os exemplares de formigas (Hymenoptera: Formicidae) recolhidas, no Estufim 2 (Fig. 13), foram identificados como *Lasius grandis* (Forel) (nas folhas), *Tapinoma simrothi* (Krausse) (no tronco) e *Crematogaster auberti* (Emery) (em associação com as cochonilhas).

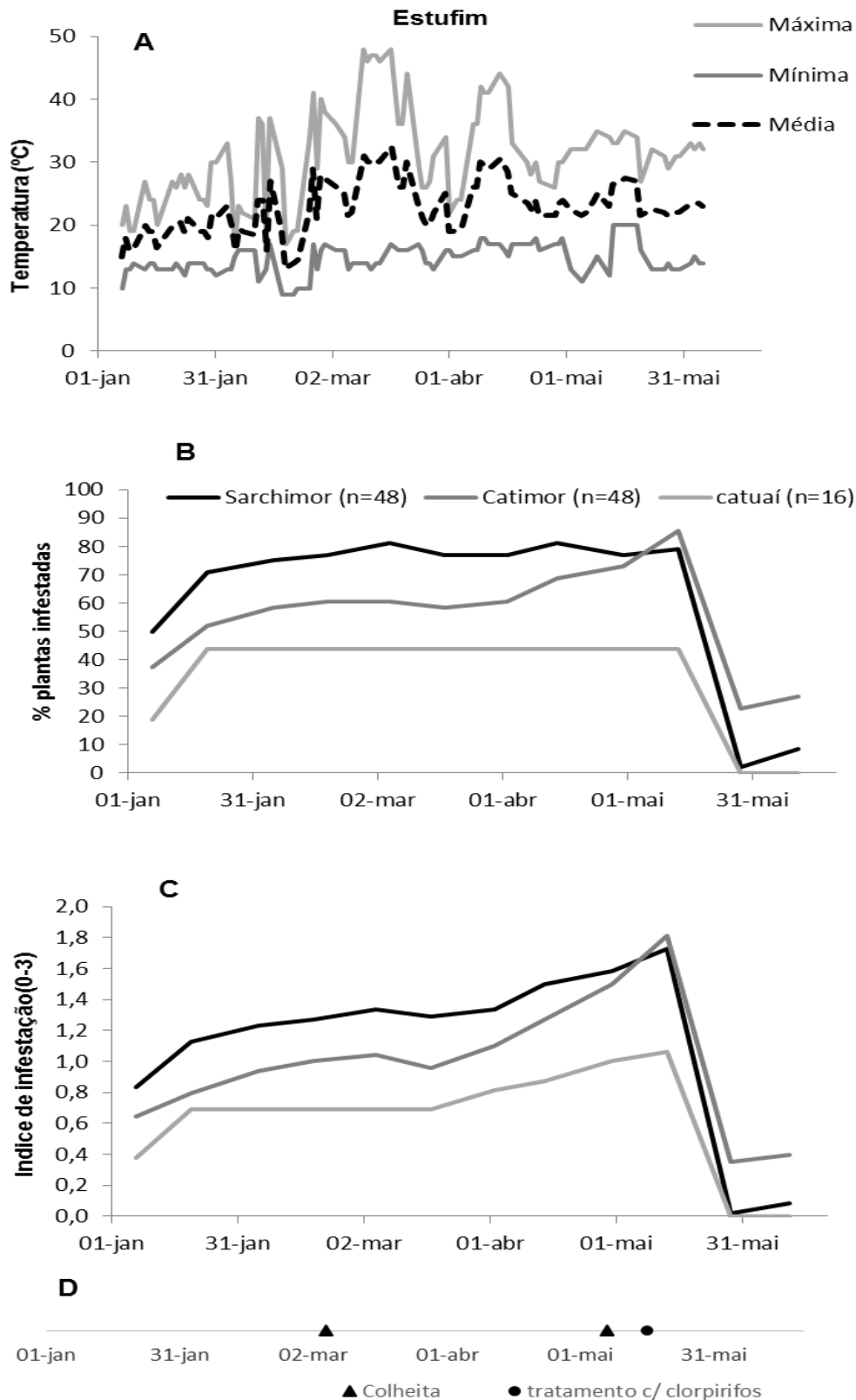


**Figura 13-** Formigas recolhidas no Estufim 2: A- *Lasius grandis* (Forel); B- *Tapinoma simrothi* (Krausse); C- *Crematogaster auberti* (Emery) (Hymenoptera: Formicidae) (originais de Vera Zina).

## 2. Monitorização da população de cochonilhas-algodão em cafeeiros

### 2.1. Observação visual

No início da monitorização, a variedade Sarchimor foi a que apresentou maior percentagem de plantas infestadas com *P. citri*, assim como maior índice médio de infestação (Fig. 14). Entre meados de janeiro e inícios de abril, a percentagem de plantas infestadas manteve-se relativamente estável nas variedades Catimor e Sarchimor, tendo-se a partir daí registado incremento deste parâmetro na variedade Catimor, que ultrapassou a variedade Sachimor antes do tratamento inseticida com clorpirifos. A percentagem de plantas infestadas da variedade Catuaí manteve-se constante entre meados de janeiro e meados de maio (Fig. 14B). Todas as variedades de cafeeiro estudadas registaram diminuição acentuada da percentagem de plantas infestadas, após o tratamento inseticida, tendo este parâmetro atingido valores próximos de zero, nas variedades Sarchimor e Catuaí, no final de maio. No entanto, no caso da variedade Catimor, a percentagem de plantas infestadas registou um mínimo de cerca de 20%. Muito embora as observações tenham terminado em Junho, os dados sugerem a existência de ressurgimento da infestação cerca de três semanas após o tratamento inseticida.

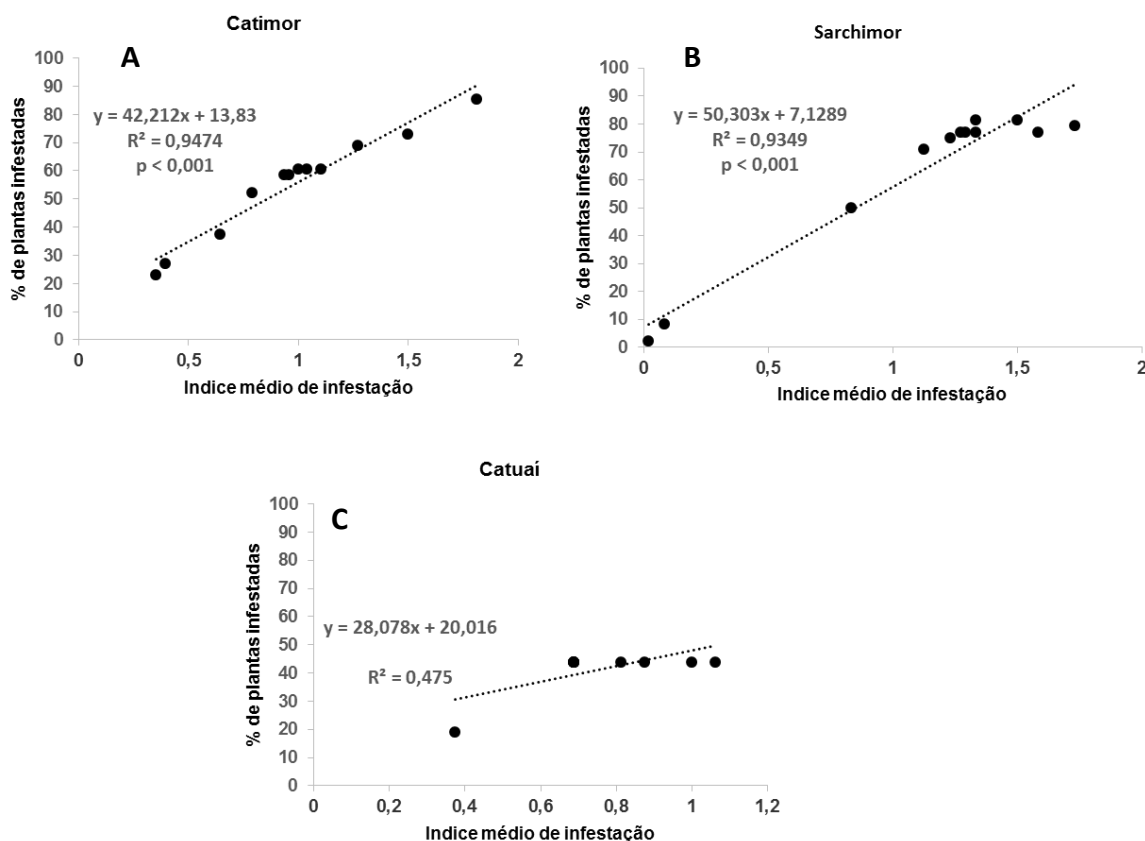


**Figura 14** - Evolução da temperatura (A) e do nível de infestação por cochonilhas-algodão, medido em percentagem de plantas infestadas (B) e índice médio de infestação (C), nas três variedades de café (Sarchimor, Catimor e Catuai), existentes no Estufim 2 do CIFIC/IICT, Oeiras, e operações culturais (D) realizadas.

O índice de infestação cresceu a ritmo idêntico nas variedades Sarchimor e Catimor, até meados de março (Fig. 14C). A partir dessa data, o mesmo parâmetro cresceu de forma mais acentuada na variedade Catimor que ultrapassou a variedade Sarchimor imediatamente antes da realização do tratamento inseticida. No caso da variedade Catuaí, o índice de infestação manteve-se constante entre meados de janeiro e meados de março e registou um aumento linear a partir daí. O comportamento deste parâmetro depois do tratamento inseticida foi idêntico ao já referido para a percentagem de plantas infestadas.

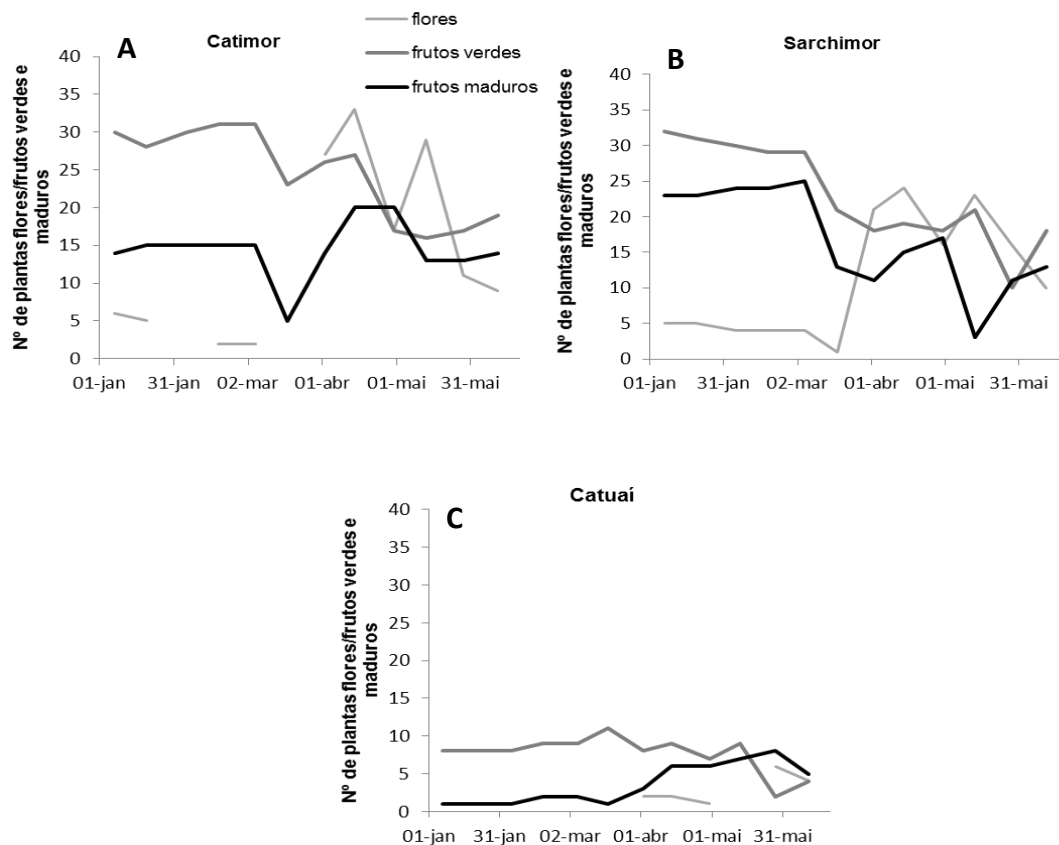
A temperatura média no interior da estufa variou entre 13°C e 29,5°C, durante o período experimental, tendo apresentado evolução crescente entre janeiro e meados de março e estabilizado a partir daí, embora com oscilações (Fig. 14A).

Verificou-se existir elevada relação linear entre a percentagem de plantas infestadas por cochonilhas-algodão e o índice médio de infestação para as variedades Sarchimor e Catimor (Fig. 15). Não se observou a existência de relação significativa no caso da variedade Catuaí.



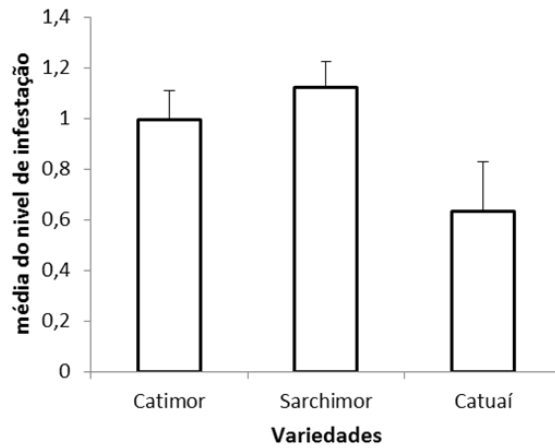
**Figura 15** - Relação entre a percentagem de plantas infestadas com cochonilhas-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae) e o índice médio de infestação para as variedades de cafeeiro estudadas no Estufim 2 do CIFIC/IICT, Oeiras: A- Catimor; B- Sarchimor; C- Catuaí.

A análise da evolução da fenologia (Fig. 16) permite verificar que o maior número de plantas com frutos verdes foi registado em janeiro, para a variedade Sarchimor, e em fevereiro-março, para as variedades Catuai e Catimor. Os frutos maduros foram mais frequentes em maio, na variedade Catuai, em abril, na variedade Catimor, e em fevereiro-março, na variedade Sarchimor. Ocorreram dois períodos de diminuição rápida do número de plantas com frutos maduros. O primeiro ocorreu em março, nas três variedades, e o segundo em maio, apenas para a variedade Catimor e Sarchimor. Nota-se, no entanto, que esta diminuição foi sempre mais acentuada para a variedade Sarchimor. Embora, inicialmente, o maior número de plantas com flores tenha sido observado na variedade Sarchimor, a partir de abril, altura em que se verificou o maior número de flores na estufa, a variedade Catimor foi a que apresentou maior número de plantas em floração.



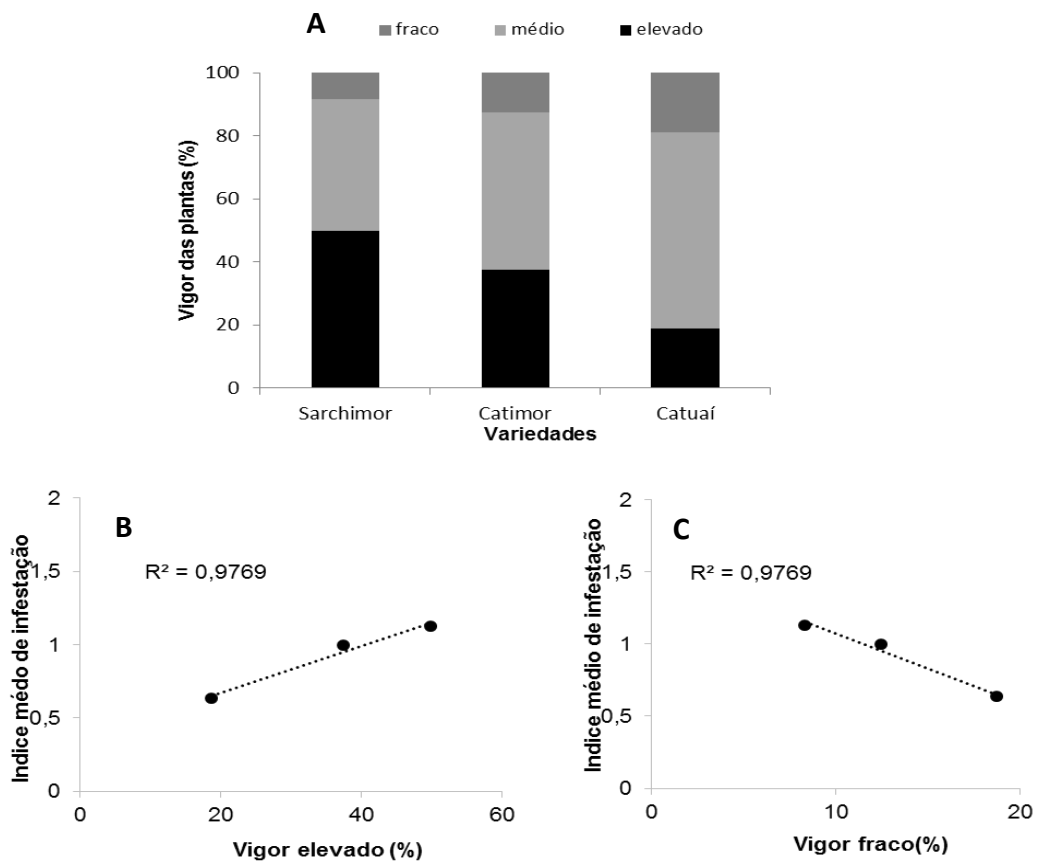
**Figura 16** - Evolução dos estados fenológicos dominantes das variedades de cafeeiro estudadas no Estufim 2 do CIFC/IICT, Oeiras: A- Catimor; B-Sarchimor; C- Catuai.

Não se verificou existirem diferenças significativas ( $t_{94}=-0,838$ ,  $p=0,404$ ) no nível médio de infestação entre as variedades Catimor e Sarchimor (Fig. 17).



**Figura 17** - Índice médio de infestação por cochonilhas-algodão nas três variedades de cafeeiro estudadas.

O nível de vigor vegetativo das plantas variou entre variedades, tendo a percentagem de plantas com elevado vigor sido máxima na variedade Sarchimor e mínima na variedade Catuaí (Fig. 18).



**Figura 18** - Comparação do nível de vigor vegetativo entre variedades de cafeeiro (A) e relação entre a percentagem de plantas com vigor elevado (B) e vigor fraco (C) e o índice médio de infestação por cochonilha-algodão (Hemiptera: Pseudococcidae).

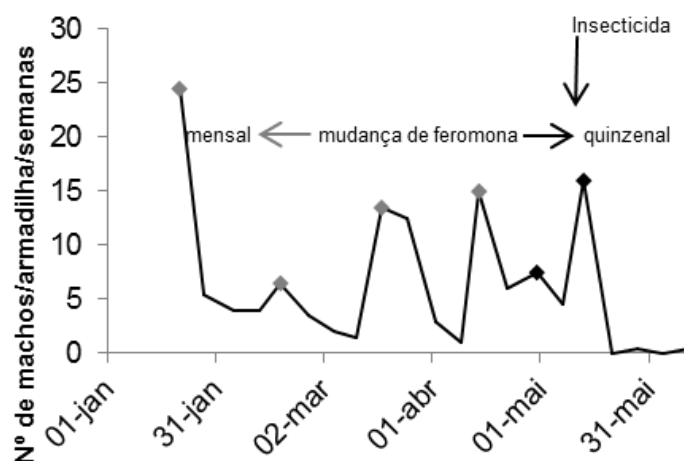
O índice médio de infestação parece estar diretamente relacionado com a percentagem de plantas com vigor elevado e inversamente relacionado com percentagem de plantas com vigor fraco (Fig. 18).

## 2.2. Curva de voo dos machos

O número total de machos de *P. citri* capturados, durante o estudo, foi 263, tendo a média das capturas semanais variado entre 0 e 24,5 machos/armadilha/semana (Fig. 19).

Verifica-se períodos de oscilação muito rápida dos valores máximos, a partir de março, altura em que a temperatura média também apresenta pequenas oscilações.

Os picos de captura parecem coincidir com a mudança dos difusores de feromona, tanto no período de substituição mensal, como no quinzenal. As capturas médias reduziram-se acentuadamente para valores próximos de zero após o tratamento com clorpirifos realizado no dia 16 de maio.



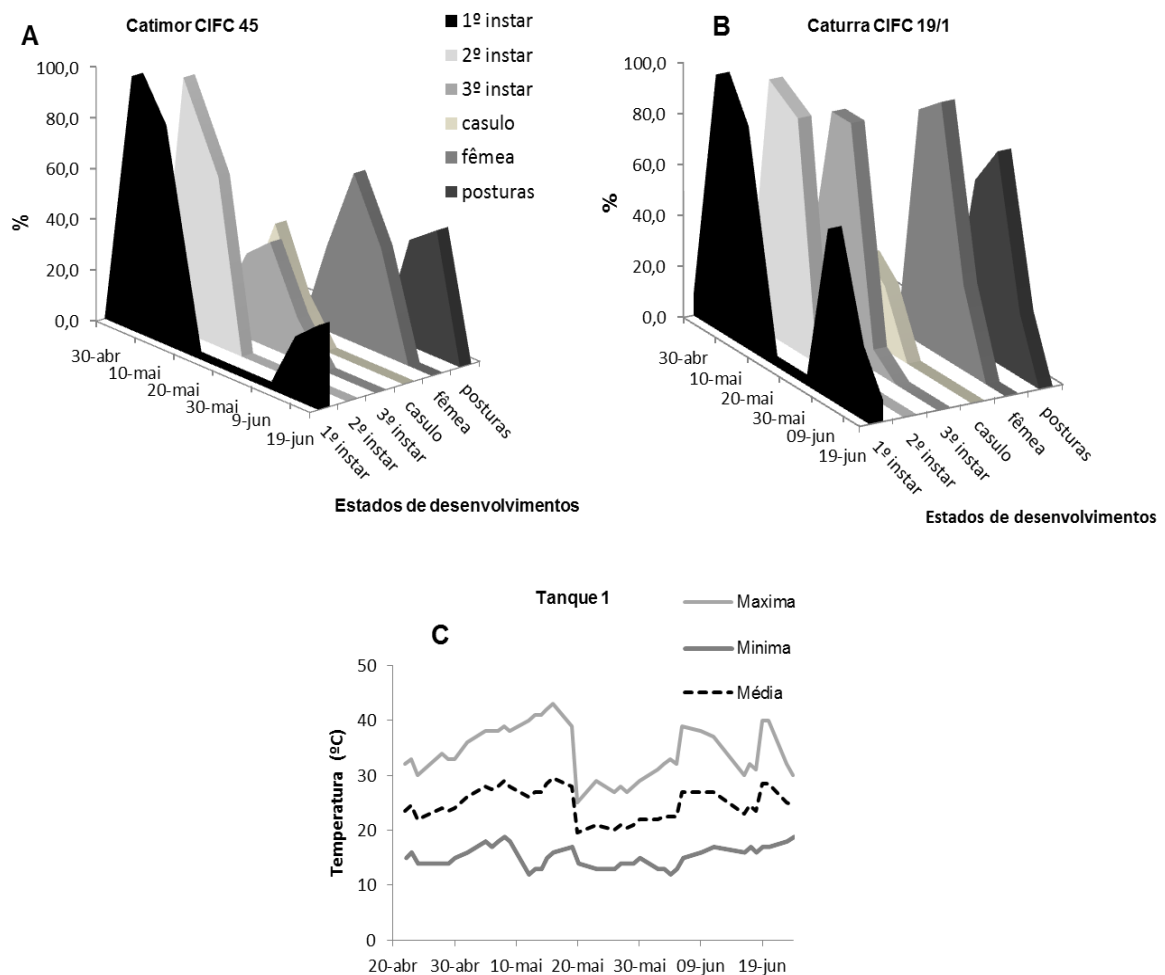
**Figura 19** - Curva de voo dos machos de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) com base nas capturas em armadilhas sexuais.

## 3. Desenvolvimento da cochonilha-algodão, *Planococcus citri* (Risso) em duas variedades de cafeeiros, com diferente suscetibilidade à ferrugem alaranjada

O número de indivíduos que se instalou em cada uma das fases de desenvolvimento foi sempre inferior na variedade Catimor CIFC 45, exceto no caso dos machos (Fig. 20). A percentagem de indivíduos nos vários instares manteve-se quase sempre próxima dos 90-

100%, na variedade Caturra CIFC 19/1. No caso da variedade resistente à ferrugem (Catimor CIFC 45), o mesmo parâmetro registou marcada redução a partir do 2º instar, para valores inferiores a 50%.

A temperatura média mensal variou entre 22°C e 25°C, durante o período de observação. Os valores da temperatura média diária mais elevada (29,5°C) e mais baixa (19,5°C) foram registados durante o mês de maio (Fig. 20C). Nestas condições, a cochonilha *P. citri* necessitou de cerca de 42 dias para completar o seu desenvolvimento, em ambas as variedades de cafeeiro. Embora os ovos de *P. citri* tenham eclodido primeiro na variedade Caturra CIFC 19/1, não se verificou diferenças significativas entre as duas variedades, quanto ao tempo necessário para completar uma geração.



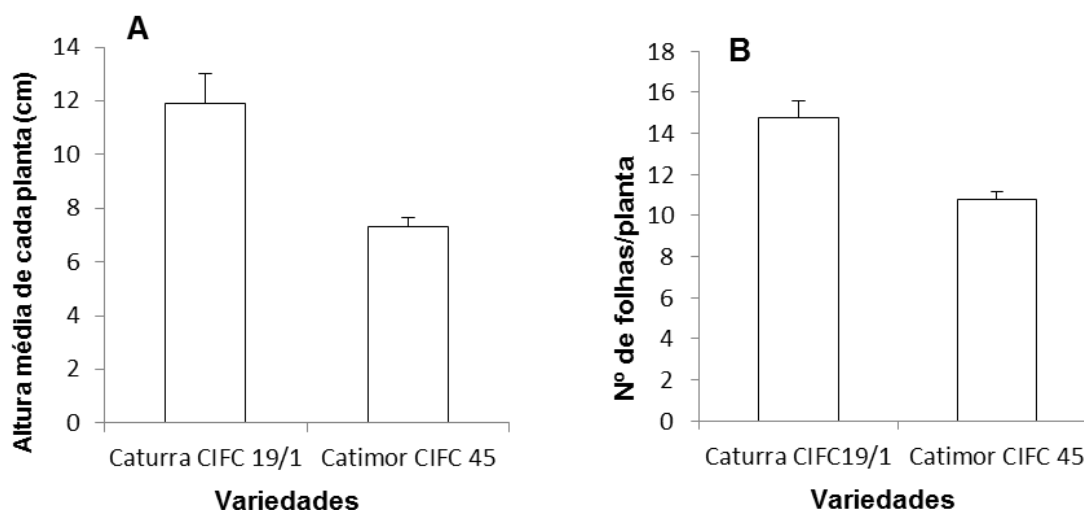
**Figura 20** - Evolução da percentagem de indivíduos de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera; Pseudococcidae), em cada um dos estados de desenvolvimento nas duas variedades de cafeeiro estudadas (A- Catimor CIFC 45; B- Caturra CIFC 19/1), e da temperatura na estufa (C) (CIFC/IICT, Oeiras).



No caso da variedade Catimor CIFC 45, 50% das cochonilhas atingiram o estado adulto a 28 de maio. No caso de Caturra CIFC 19/1, esse mesmo valor foi atingido entre 22 e 28 de maio. Verificou-se existirem diferenças significativas ( $t_{13,6} = -5553$ ,  $p < 0,001$ ) no número médio de cochonilhas por planta entre as variedades Catimor CIFC 45 ( $1,17 \pm 0,271$ ) e Caturra CIFC 19/1 ( $5,75 \pm 0,780$ ), na semana em que se registou o pico de fêmeas adultas em cada variedade (4 junho e 28 maio, respetivamente).

O vigor vegetativo das duas variedades de cafeeiro no final do ensaio diferiu significativamente entre si (Fig. 21), quer com base na dimensão de cada planta (cm) ( $t_{13} = -4,015$ ;  $p = 0,001$ ), quer no número de folhas ( $t_{16} = -4,412$ ;  $p < 0,001$ ). As plantas da variedade Caturra CIFC 19/1 apresentaram sempre melhores condições para o desenvolvimento das cochonilhas (Figs. 21A e 21B), uma vez que cresceram mais rapidamente e apresentaram maior número de folhas que a variedade Catimor CIFC 45 (Figs. 22A e 22B).

Não se detetou presença de cochonilhas nas raízes de ambas as variedades de cafeeiro, no final do ensaio.



**Figura 21** - Altura média de cada planta (A) e do número de folhas por planta (B) de cada uma das variedades de cafeeiro, no final do ensaio sobre o desenvolvimento de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae).



**Figura 22** - Ensaio de desenvolvimento de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiro (CIFC/IICT, Oeiras) em condições de estufa. A e B- desenvolvimento das plantas da variedade Catimor CIFC 45 e Caturra CIFC 19/1, respetivamente; C- exúvias e casulos de macho observado nas plantas da variedade Catimor CIFC 45; D - zona de instalação das cochonilhas; F- atrofiamento das folhas; E e G- fêmeas em postura no tronco e na página inferior das folhas (originais da autora).

## V. DISCUSSÃO

Ambas as espécies de cochonilhas-algodão identificadas no presente estudo estão referenciadas em cafeeiro. *Planococcus citri* é referida por diferentes autores em vários países produtores (Le Pelley, 1968; Lavabre, 1970; Ferrão *et al.*, 1971; Santa- Cecília *et al.*, 2002) e *P. madeirensis* foi assinalada por Martínez *et al.* (2007) em Cuba.

O parasitóide *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) é referenciado no Brasil como sendo um potencial parasitóide da cochonilha-algodão *P. citri* em cafeeiro no estado de Rondônia (Costa, 2009).

São poucas as referências de formigas em associação com cochonilhas-algodão em cafeeiros. Venkataramiah *et al.*, (1989) referem a espécie *Crematogaster* sp., na Índia. Das três espécies identificadas no presente estudo, a que foi observada em associação direta com cochonilhas-algodão também pertence ao mesmo género, *C. auberti*. *Lasius grandis* e *T. simrothi* têm sido referenciadas noutras plantas hospedeiras, associadas a cochonilhas-algodão (e.g., Pekas *et al.*, 2011; Sharaf & Aldawood, 2011).

Como medida do nível de infestação das plantas de cafeeiro por cochonilhas-algodão, o índice de infestação definido no presente trabalho parece traduzir com maior precisão a evolução da densidade populacional das cochonilhas, em comparação com a percentagem de plantas infestadas, em particular no caso das densidades populacionais mais elevadas. De facto, a análise da Fig. 14 permite constatar que, contrariamente à relativa estabilidade observada na percentagem de plantas infestadas, em grande parte do período experimental, o índice de infestação evidenciou claro aumento ao longo do tempo, sobretudo a partir de meados de março, nas três variedades de cafeeiro. No entanto, verificou-se existir elevada relação entre os dois parâmetros, no caso das variedades Catimor e Sarchimor, embora nesta última sobretudo para valores do índice de infestação inferiores a 1,3 (Fig. 15).

As diferenças observadas na dinâmica de infestação das cochonilhas-algodão nas três variedades de cafeeiro estudadas refletem, por um lado, os diferentes níveis de infestação inicial (Sarchimor > Catimor > Catuai) e, por outro, possíveis diferenças de suscetibilidade entre variedades. O nível de infestação evolui, em termos relativos, de forma idêntica nas três variedades até meados de março, refletindo os diferentes níveis iniciais, tendo registado um aumento mais acentuado na variedade Catimor. O nível de infestação desta variedade ultrapassou, por isso, o da variedade Sarchimor, em meados de maio, imediatamente antes da realização do tratamento inseticida. O aumento do nível de infestação observado nas três variedades a partir de meados de março está possivelmente relacionado com o aumento da temperatura média diária, coincidindo também com o aumento do número de plantas em floração. Contudo, a maior taxa de crescimento verificada na variedade Catimor só pode ser explicada com base em características que diferenciam esta variedade das restantes e que

a tornaram mais favorável ao crescimento da população de cochonilhas-algodão. O facto das diferenças na dinâmica de infestação só se terem evidenciado a partir de meados de março sugere que o factor responsável por essas diferenças seja de natureza fenológica, possivelmente associada a frequência de frutos em crescimento (Fig. 16). Por outro lado, verificou-se que as diferenças registadas entre variedades de cafeeiro no índice médio de infestação estavam relacionadas com o vigor vegetativo, ou seja, o vigor vegetativo favoreceu o crescimento das populações de cochonilhas-algodão.

No caso de Catimor, o aumento do nível de infestação foi acompanhado por um aumento da percentagem de plantas infestadas (Fig. 14), enquanto nas variedades Sarchimor e Catuaí esteve associado ao aumento do índice de infestação das plantas infestadas. Diferenças na estrutura das populações de cochonilhas-algodão, entre variedades, nomeadamente a possibilidade de maior proporção de fêmeas em postura e primeiros instares, em meados de março, poderá ter conduzido a uma maior taxa de dispersão das cochonilhas e, conseqüentemente, aumento da percentagem de plantas infestadas. A este respeito, é de referir que a maior ou menor proximidade entre plantas vizinhas poderá facilitar mais ou menos essa dispersão, nomeadamente por permitir ou não a passagem de primeiros instares das plantas infestadas para as plantas vizinhas, através de ramos em contacto.

O número de insetos capturados em armadilhas sexuais depende de diversos factores, nomeadamente o tipo de feromona e a respetiva taxa de difusão, o tipo de armadilhas e sua localização, a densidade populacional e as condições climáticas (Franco, 1997). Em condições de estufa, é de esperar que a taxa de difusão de feromona e a área de ação da armadilha sejam menores do que ao ar livre. No presente trabalho, a curva de voo dos machos de *P. citri* não apresentou um padrão bem definido, evidenciando vários picos que não correspondem apenas a variações da densidade populacional dos machos, refletindo também a influência das variações bruscas da temperatura máxima, da diminuição da taxa de difusão de feromona, ao longo do tempo, após cada mudança de difusor, e do facto de se estar a amostrar uma pequena população de cochonilhas num interior de uma estufa. É possível, no entanto, delimitar fases no ciclo biológico da cochonilha, nomeadamente relacionados com períodos de reprodução. Por exemplo, o pico de capturas registado em meados de março coincide com o momento a partir do qual se verificou o incremento do índice de infestação nas três variedades de cafeeiro estudadas, sugerindo que este pico está relacionado com um período de reprodução que conduziu a aumentos da densidade populacional de *P. citri*. Por outro lado, a monitorização dos machos através das armadilhas sexuais mostrou também ser sensível à redução populacional registada após o tratamento inseticida.

A oportunidade do tratamento inseticida com clorpirifos foi determinada com base no aparecimento do maior número de formas sensíveis. O tratamento foi aparentemente eficaz, uma vez que o índice de infestação baixou para valores próximos de zero, no caso das variedades Sarchimor e Catuaí. No caso da variedade Catimor, o impacto do tratamento foi menor, possivelmente devido ao maior índice de infestação desta variedade, antes do tratamento, tendo permitido a sobrevivência de algumas fêmeas em postura, protegidas no interior das colónias de cochonilhas-algodão. Não obstante a aparente eficácia do tratamento realizado, seria recomendável estudar a possibilidade de desenvolver uma estratégia de proteção alternativa, baseada na luta biológica, com largadas aumentativas do encirtídeo *A. sp. próx. pseudococci* e/ou do coccinelídeo *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, a depender da intensidade de ataque e da estrutura da população de cochonilha-algodão. *Anagyrus sp. próx. pseudococci* é parasitóide de *P. citri* e a sua presença foi detectada nas estufas do CIFC/IICT durante o presente estudo. Esta espécie e *Cryptolaemus montrouzieri* estão disponíveis comercialmente em Portugal. Para além dos efeitos secundários, em termos de toxicidade para o Homem e ambiente, em particular para os organismos aquáticos, a utilização do clorpirifos, no combate às cochonilhas-algodão nas estufas do CIFC/IICT, apresenta o inconveniente de poder interferir nos objetivos de investigação do CIFC/IICT, nomeadamente através da presença de resíduos nas folhas que são utilizadas para inocular a ferrugem alaranjada.

No ensaio comparativo sobre o desenvolvimento de *P. citri* nas duas variedades de cafeeiro com diferentes níveis de resistência à ferrugem, as diferenças observadas foram mais ao nível do número de indivíduos instalados por planta e na taxa de sobrevivência do que propriamente no tempo necessário para completar uma geração. Não foi possível contabilizar o tempo preciso de cada uma das fases, uma vez que as observações eram feitas semanalmente. No entanto, estima-se que duração média do desenvolvimento foi de 42 dias, para ambas as variedades. Correa *et al.*, (2008) referem que à temperatura ótima de 25°C o desenvolvimento de *P. citri* em cafeeiro Arábica (cv. Mundo Novo) teve a duração média de 8,5, 7,1 e 8,1 dias para o primeiro, segundo e terceiro instares e uma longevidade de 59,6 dias.

A diminuição do número de indivíduos, a partir do primeiro e segundo instares, observada na variedade Catimor CIFC 45 sugere elevada mortalidade dos primeiros instares e/ou maior proporção de machos. De facto, esta variedade apresentou maior número de machos/casulos de cochonilha-algodão.

O desenvolvimento médio das plantas em termos de tamanho e número de folhas foi sempre superior na variedade Caturra CIFC 19/1 (Figs. 21 e 22B). As diferenças observadas entre variedades, no número de cochonilhas por planta, parecem estar relacionadas com o vigor vegetativo das plantas. No entanto, não é possível concluir se as diferenças de vigor

entre as duas variedades refletem diferenças genéticas, ou resultam apenas de condicionalismos associados ao processo de obtenção das plantas.

A localização das cochonilhas nas plantas de cafeeiro variou em função do sexo e do estado de desenvolvimento. As fêmeas em postura foram colocadas nas folhas mais jovens, mas os primeiros instares instalaram-se junto ao pedúnculo das folhas (Fig. 22D). As exúvias e os casulos dos machos encontravam-se sempre na zona de inserção das folhas (Fig. 22C) ou na página inferior das folhas cotiledonares, que são mais arredondadas e conferem maior enrolamento e com isso menos luz, ou ainda na parte de fora do rebordo do vaso. As fêmeas, no momento de postura, deslocaram-se para as folhas mais junto ao solo e instalaram-se na página inferior ou ao longo do tronco, depois das primeiras folhas (Figs. 22G e 22E). As observações efetuadas permitiram verificar que o pedúnculo das folhas, as folhas jovens, ainda coladas umas às outras eram os locais com maior probabilidade de encontrar cochonilhas, nomeadamente quando o nível populacional era muito baixo, sugerindo que nestes locais a qualidade e a quantidade de seiva é máxima.

## VI. CONCLUSÕES

Foram identificadas duas espécies de cochonilhas-algodão associadas ao cafeeiro arábica, nas estufas do CIFC, nomeadamente *P. citri* e *P. madeirensis*, sendo a primeira, aparentemente, a espécie dominante. Os parasitóides associados a essas duas cochonilha-algodão foram identificados como *A. sp. próx. pseudococci* e *Anagyrus spp.*, respetivamente.

A três variedades de cafeeiro Sarchimor, Catimor e Catuaí apresentaram níveis iniciais de infestação por *P. citri* diferentes (Sarchimor > Catimor > Catuaí) que condicionaram a dinâmica de infestação da cochonilha. No entanto, os resultados sugerem que Catimor é a variedade mais suscetível, uma vez que apesar do nível inicial de infestação ter sido inferior ao da variedade Sarchimor atingiu níveis superiores no final do período experimental. Os resultados obtidos indicam, igualmente, que o nível de infestação está diretamente relacionado com o vigor vegetativo das plantas.

A monitorização dos machos de *P. citri*, através de armadilhas sexuais, pode ser utilizada como ferramenta para auxiliar na deteção dos períodos críticos do ciclo biológico da cochonilha, nomeadamente em termos de reprodução, e na avaliação da eficácia dos métodos de proteção.

Não se verificou existir diferenças, na duração do desenvolvimento de *P. citri*, entre as variedades de cafeeiro Catimor CIFC 45 (resistente à ferrugem alaranjada) e Caturra CIFC 19/1 (suscetível à ferrugem alaranjada). No entanto, a taxa de colonização e o número de cochonilhas que completaram o desenvolvimento foi superior na variedade Caturra CIFC 19/1. As diferenças observadas entre as duas variedades, relativamente a estes parâmetros, estão aparentemente relacionadas com diferenças de vigor vegetativo.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abo, M. E.; Sy, A. A. 1997. Rice virus diseases: Epidemiology and management strategies. *Journal of Sustainable Agriculture*, **11**: 113-134.
- Ackonor, J. B. 2001. Incidence of natural enemies of *Planococcoides njalensis* Laing and *Planococcus citri* Risso in researcher-managed and farmer-managed cocoa farms. *Journal of the Ghana Science Association*, **3**: 45-51.
- Ahlawat, Y. S.; Pant, R. P. 2003. Major virus and virus-like diseases of citrus in India, their diagnosis and management. *Annual Review of Plant Pathology*, **2**: 1-28.
- Anga, J. M.; Noyes, J. S. 1999. A revision of de African and Malagasy species of the genus *Leptomastix* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). *Bulletin of The Natural History Museum (Entomology Series)*, **68**: 93-128.
- Barrera, J. F. 2008. Coffee pests and their management. In: Capinera J.L, (ed.) *Encyclopedia of Entomology*. Springer, Netherlands, pp. 961-998. Disponível em: <http://www2.tapecosur.edu.mx/mip/Publicaciones/pdf/Coffeepetsandtheirmanagement.pdf> (Acedido em janeiro de 2014).
- Ben-Dov, Y. 2014. ScaleNet, Scales on a Host. <http://www.sel.barc.usda.gov/scalecgi/scaleson.exe?family=rubiaceae&scalefamily=Pseudococcidae&genus=coffea&scalegenus=&species=> (Acedido em 26 agosto 2014).
- Bertin, S.; Cavalieri, V.; Graziano, C.; Bosco, D. 2010. Survey of mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) vectors of *Ampelovirus* and *Vitivirus* in vineyards of northwestern Italy. *Phytoparasitica*, **38**: 1-9.
- Bettencourt, A. J. 1981. Melhoramento genético do cafeeiro: Transferência de factores de resistência à *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. para as principais cultivares de *Coffea arabica* L.. Junta de Investigação Científica do Ultramar, Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, Lisboa, 93 p.
- Bhat, A. I.; Devasahayam, S.; Sarma, Y. R.; Pant, R. P. 2003. Association of a *badnavirus* in black pepper (*Piper nigrum* L.) transmitted by mealybug (*Ferrisia virgata*) in India. *Current Science*, **84**: 1547-1550.
- Burbano, E.; Wright, M.; Bright, D. E.; Vega, F. E. 2011. New record for the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Hawaii. *Journal of Insect Science*, **11**: 1-3.
- Borbón, C. M.; Gracia, O.; Talquenca, G. S. G. 2004. Mealybugs and grapevine leafroll-associated virus 3 in vineyards of Mendoza, Argentina. *American Journal of Enology and Viticulture*, **55**: 283-285.



- Borroto, E. G.; Cintra, M.; Gonzalez, J.; Borroto, C.; Oramas, P. 1998. First report of a closterovirus-like particle associated with pineapple plants (*Ananas comosus* cv. smooth cayenne) affected with pineapple mealybug wilt in Cuba. *Plant Disease*, **82**: 1p.
- CABI. 2008. Final Report: CDF on Sustainable Pest Management for Coffee Small holders in Laos and Vietnam. Disponivel em: <http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/CABI/CABI-CDF-CBB-in-LaosVietnam-2008.pdf>. (Acedido em janeiro de 2014).
- CABI. 2012. *Planococcus kenyae*. Datasheets, maps, images, abstracts and full text on invasive species of the world. CAB International, Wallingford, UK.
- Cambrony, H. R. 1989. *Le cafeier: Le Technicien D'agriculture Tropical*. Ed. Maisonneve et Larose, Paris, 166 p.
- Campbell, C. 2013. Vectors of swollen shoot virus. CSSV Workshop: Grand-Bassam, Côte d'Ivoire, pp. 1-14.
- Cardoso, A. P. S. 1994. *Café: Cultura e tecnologia primária*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, pp. 23-72.
- Carvalho, A.; Ferweda, F. P.; Frahm-Leliveld, J. A.; Medina, D. M.; Mendes, A. J. T.; Mônico L. C. 1969. *Coffea arabica* Linnaeus and *Coffea canephora* Pierre ex Frohener. In: Ferwerda F. P.; Wit, F. (Eds.) *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*. Veenman & Zonen, Netherlands: pp 189-241.
- Chung, K. R.; Brlansky, R. H. 2012. Citrus Diseases Exotic to Florida: Citrus Yellow Mosaic. *University of Florida*, 2 p.
- Cloyd, R. 2005. Comportability conflict: Is the use of biological control agents with pesticides a viable management strategy? Department of Natural Resources and Environmental Sciences. USDA, 9 p.
- Collingwood, C.; Prince, A. 1998. A guide to ants of continental Portugal (Hymenoptera: Formicidae). *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia*, supl nº5: 49 p.
- Compere, H. 1937. Mealybug and their insect enemies in South America. University of California, Publication of Entomology, 17 p.
- Correia, A. M. N. G. 1990. Influência da torra na evolução dos ácidos clorogénicos do café. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agro-Industrial, ISA-UTL, Lisboa, 280 p.
- Correia, A. M. N. G. 1995. *Manual da Tecnologia do Café*. Associação de Técnicos de Culturas Tropicais, Porto, 115 p.
- Correa, L. R. B.; Santa-Cecília, L. V. C.; Souza, B. 2005. Biologia da Cochonilha-branca *Planococcus citri* (Risso,1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em *Coffea arabica* L. cv. Acaiá. Trabalho apresentado no IV Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Londrina, 3 p.
- Correa, L. R. B.; Santa-Cecília, L. V. C.; Souza, B.; Cividanes, F. J. 2008. Efeito de Diferentes Temperaturas e Exigências Térmicas da Cochonilha-Branca *Planococcus*

- citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em Cafeeiro. Universidade Federal de Lavras, Brasil, 6 p.
- Correa, M. C. G.; Germain, J. F.; Malausa T.; Zaviezo, T. 2012. Molecular and morphological characterization of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Chilean vineyards. *Bulletin of Entomological Research*, **102**: 1-8.
- Costa, J. N. M.; Teixeira, C. A. D.; Sallet, L. A. P.; Gama, F. C. 2009. Cochonilhas ocorrentes em cafezais de Rondônia. Porto Velho, Embrapa Rondônia. Circular Técnica 110, 6 p.
- Cronquist, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. New York Botanical Garden Press. Bronx, New York, 555 p.
- Culik, M. P.; Gullan, P. J. 2005. A new pest of tomato and other records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espírito Santo, Brazil. *Zootaxa*, **964**: 1-8.
- Daane, K. M.; Almeida, R. P. P.; Bell, V. A.; Walker, J. T. S.; Botton, M.; Fallahzadeh, M.; Mani, M. Miano, J. L.; Sforza, R.; Walton, V. M.; Zaviezo, T. 2012. Biology and Management of Mealybugs in Vineyards. In: Bostanian, N.J. *et al.* (eds.), *Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches, and Future Directions*. Springer, Netherlands, pp. 271-307.
- Davis, A. P.; Govaerts, R.; Bridson, D. M.; Stoffelen, P. 2006. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, **152**: 465-512.
- Dixon, W. N.; Woodruff, R. E.; Foltz, J. L. 2003. Black Twig Borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Insecta: Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *University of Florida*, pp. 1-5.
- Downie, D. A.; Gullan, P. J. 2004. Phylogenetic analysis of mealybugs (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) based on DNA sequences from three nuclear genes, and a review of the higher classification. *Systematic Entomology*, **29**: 1-22.
- Eastwell, K. 2004. Little cherry disease: Small fruit, poor taste, bad business. *Washington State University*, pp. 1-34.
- Ferrão, A. P. S. F.; Carvalho, S. P.; Rodrigues, A. H. 1971. *Manual das pragas do cafeeiro*. Instituto de Investigação Agronómica de Angola, Nova Lisboa, 246 p.
- Ferrão, J. E. M. 2005. *A Aventura das Plantas e os Descobrimentos Portugueses*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Oeiras, pp. 254-262.
- Ferrão, J. E. M. 2009. *O café: A bebida negra dos sonhos claros*. Publicações Chaves Ferreira, Lisboa, 223 p.
- Fornazier, M. J.; Perini, J. L.; De Muner, L. H.; Machado, V. L.; Mazzo, G.; Santa-Cecília, L. V. C.; Souza, J. C.; Daun, S. C. (2000). Cochonilha branca da roseta em café conilon

- (*Coffea canephora*) no Espírito Santo. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Rio de Janeiro, pp. 176-177.
- Franco, J. C. 1997. Contribuição para a protecção integrada em citrinos: caso das cochonilhas-algodão (Hemiptera, Pseudococcidae). Tese de Doutoramento Eng. Agron., ISA/UTL, Lisboa, 369 p.
- Franco, J. C.; Silva, E. B.; Carvalho, J. P. 2000. *Cochonilhas-algodão (Hemiptera, Pseudococcidae) associadas aos citrinos em Portugal*. ISA Press, Lisboa, 141 p.
- Franco, J. C.; Gross, S.; Silva, E. B.; Suma, P. Russo, A.; Mendel, Z. 2003. Is mass-trapping a feasible management tactic of the citrus mealybug in citrus orchards? *Anais Instituto Superior Agronomia*, **49**: 353-367.
- Franco, J.C.; Suma, P.; Silva, E.B.; Blumberg, D.; Mendel, Z. 2004. Management strategies of mealybug pests of citrus in mediterranean countries. *Phytoparasitica* **32**: 507-522
- Franco, J. C.; Zada, A.; Mendel, Z. 2009. Novel Approaches for the Management of Mealybug Pests. In: Ishaaya, I.; Horowitz, A.R. (eds.), *Biorational Control of Arthropod Pests*. Springer, Netherlands, pp. 233-278.
- Gallo, D.; Nokano, O.; Wiendl, F. M.; Neto, S. S.; Carvalho, R. P. L. 1970. *Manual de entomologia: Pragas das plantas e seu controlo*. Ed. Agron. "Ceres" Ltda., São Paulo, 858 p.
- Goldasteh, S.; Talebi, A. A.; Fathipour, Y.; Ostovan, H.; Zamani, A.; Shoushtari, R. V. 2009. Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae) on coleus [*Solenostemon scutellarioides* (L.) codd.]. *Archives of Biological Sciences*, **61**: 329-336.
- Gullan, P. J.; Kosztarab M. 1997. Adaptations in scale insects. *Annual Revue. Entomology*, **42**:23-50.
- Gullan, P. J.; Martin; J. H. 2003. Sternorrhyncha (Jumping plant lice, whiteflies, aphids and the scale insect). In: Resh, V. H.; Cardé, R.T. (Eds) *Encyclopedia of insects*. Academic Press, pp. 10-12.
- Hall, D. R.; Cork, A.; Phithian, S. J.; Chittamuru, S. ; Jayarama, B. K.; Venkatesha, M. G.; Sreedharan, K.; Kumar, P. K. V.; Seetharama, H. G.; Naidu, R. 2006. Identification of Components of Male -Produced Pheromone of Coffee White Stemborer, *Xylotrechus quadripes*. *Journal of Chemical Ecology*, **32**: 195- 219.
- Hardy, N. B.; Gullan, P. J.; Hodgson, C. J. 2008. A subfamily-level classification of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) based on integrated molecular and morphological data. *Systematic Entomology*, **33**: 1-21.
- Hodgson, C. J. 1997. Systematics. Taxonomic characters – Adult female. In: Ben-Dov, Y & Hodgson, C. J. (Eds.) *Soft Scale Insects: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, pp. 111-137.

- International Coffee Organization (ICO). s/d. Botanical Aspect. Disponível em: [http://www.ico.org/botanical.asp?section=About\\_Coffee](http://www.ico.org/botanical.asp?section=About_Coffee) (Acedido janeiro de 2014).
- International Coffee Organization (ICO). 2014a. Conselho Internacional do Café, 112ª sessão (fevereiro de 2014). 26p. Disponível em: <http://dev.ico.org/documents/cy2013-14/icc-111-5-r1p-world-coffee-outlook.pdf> (Acedido em dezembro de 2014).
- International Coffee Organization (ICO). 2014b. Exporting Countries: Total production. Crop Years Commencin 2008 t0 2013. Disponível em: <http://www.ico.org/prices/po.htm> (Acedido em agosto de 2014).
- International Coffee Organization (ICO). 2014c. Relatório mensal sobre o Mercado do café (Junho de 2014). 4p. Disponível em: <http://dev.ico.org/documents/cy2013-14/wsiteportuguese/edletter-13-p.htm>. (Acedido em agosto de 2014).
- Irulandi, S.; Kumar, P. K. V.; Sreedharan, K. 2006. Effect of buprofezin (applaud) 25 SC on coffee mealybug *Planococcus lilacinus* (Cockerell) and its parasitoid, *Leptomastix dactylopii* Muls. *Journal of Coffee Research*, **34** (1/ 2): 64-71.
- Kimani, M.; Little, T.; Vos, J. G. M. 2002. Introduction to Coffee Management through Discovery Learning. Farmer Participatory Training and Research programme: IPM Source Book, 35 p.
- Krishnamoorthy, A.; Singh, S. P. 1987. Biological control of citrus mealybug, *Planococcus citri* with an introduced parasite *Leptomastix dactylopii* in India. *Entomophaga* **32**: 143-148.
- Kubiriba, J.; Legg, J. P.; Tushemereirwe, W.; Adipala, E. 2001. Vector transmission of Banana streak virus I n the greenhouse in Uganda. *Annals of Applied Biology*, **139**: 37-43.
- Kumar, P. K.V.; Vasudev, V.; Seetharama, H-G.; Irulandi, S.; Sreedharan, K. 2008. Attendant ants and activity of *Spalgis epius*. *Journal of Coffee Research*, **36**: 1-8.
- Kumar, P. K. V.; Vasudev, V.; Seetharama, H-G.; Irulandi, S.; Sreedharan, K. 2010. Effect of Insecticides on *Spalgis epius*. *Journal of Coffee Research*, **38**: 1-18.
- Kutywayo, D.; Chemura, A.; Kusena, W.; Chidoko, P.; Mahoya, C. 2013. The Impact of Climate Change on the Potential Distribution of Agricultural Pests: The Case of the Coffee White Stem Borer (*Monochamus leuconotus* P.) in Zimbabwe. PLoS ONE, **8**: 1-11.
- Lavabre, E. M. 1970. *Insectes nuisibles des cultures Tropicales (cocoayer, cafeier, calatier, poivrier, theier)*. *Tecniques agricoles et productions tropical*. Ed. Maisonneuve & Lorose, Paris, 276 p.
- Le Pelley, R. H. 1943. The biological control of a mealybug on coffee and other crops in Kenya. Department of Agriculture in Kenya, 11 p.

- Le Pelley, R. H. 1968. *Las plagas del café. Agricultura Tropical*. Ed. Labor s.a. Barcelona, 693 p.
- Le Vieux, P. D.; Malan, A. P. 2013. An Overview of the Vine Mealybug (*Planococcus ficus*) in South African Vineyards and the Use of Entomopathogenic Nematodes as Potential Biocontrol Agent. *South African Journal of Entology & Viticulture*, **34**: 1-11.
- Martínez, M. A.; Surís, M.; Blanco, E. 2007. Fauna de chinches harinosa (Hemiptera: Pseudococcidae) asociada a plantas de interes : III. Cafeto y Cacao. *Revista de Protección Vegetal*, **22**: 85-88.
- Mendel, Z.; Protasov, A.; Jasrotia, P.; Silva, E. B.; Zada, A.; Franco, J. C. 2012. Sexual maturation and aging of adult male mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae). *Bulletin of Entomological Research*, **102**: 385-394.
- Miller, D. R.; Miller, G. L.; Watson, G. W. 2002. Invasive species of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their threat to U.S. agriculture. *Proceedings Entomological Society of Washington*, **104**): 1-12.
- Miller, D. R. 2005. Selected Scale Insect groups (Hemiptera: Coccoidea) in the Southern region of the United States. *Florida Entomologist*, **88**: 1-20.
- Newton W. 1953 Transmission of tobacco mosaic virus by citrus mealybug. *Food and Agriculture Organism Plant Protection Bulletin* **2**: 1-40.
- Ocaranza, M. . C. 1995. Respuesta de la entomofauna benéfica del cafeto (*Coffea arabica*) a varias frecuencias de aplicación de endosulfon en Costa Rica. Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico de Postgrado y capacitación em Ciencias Agrícolas y Recursos Naturais del catie para optar al grado de Magister scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Costa Rica, 104 p.
- Pekas, A.; Tena, A.; Aguilar, A.; Garcia-Marí, F. 2011. Spatio-temporal patterns and interactions with honeydew-producing Hemiptera of ants in a Mediterranean citrus orchard. *Agricultural and Forest Entomology*, **13**: 89-97.
- Pereira, A. P.; Guimarães, L. 2010. O CIFC e a importância do Híbrido de Timor na cafeicultura mundial. In: Martins, A. C.; Albino, T. (Eds.) *Viagens e Missões Científicas nos Trópicos 1883-2010*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, pp. 119-121.
- Polat, F.; Ulgenturk, S.; Kaydan, M. B. 2008. Developmental biology of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), on ornamental plants. In: Branco, M.; Franco, J. C.; Hodgson, C. (Eds) *Proceedings of the XI International Symposium on Scale Insect Studies*, Oeiras (Portugal), 24-27 September 2007. ISA Press, Lisbon, pp. 177-184.

- Portilla, A. A. R.; Cardona, F. J. S. 2004. Cococcoidea de Colombia, com énfasis en las cochonillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, **57**: 2383-2412.
- Premier, T. 1995. *Les caféières et les cafés dans le monde*. Edicions Larose. Paris: 381 p.
- Priyono, I. R. 2013. The relationship and genetic diversity among species in the genus *Coffea*. *Warta Review Penelitian Kopi dan Kakao, Indonesia*, **1**: 1-11
- Purseglove, J. W. 1968. *Tropical Crops Dicotyledons*. Longman Group Limited London, pp. 459-492.
- Rahiman, P. A.; Naik, P. R.; Vijayalakshmi, C.K. 2010. Field evaluation of coffee mealy bug parasitoid, *Leptomastix dactylopii* (How.) in Wayanad district of Kerala, India. *Gregor Mendel Foundation Journal*, **1**: 62-67.
- Rao, C. N.; Shivankar, V. J.; Singh, S. 2006. Citrus mealybug (*Planococcus citri* Risso) management: A Review. *Agricultural Reviews*, **27**: 142-146.
- Reddy, K. B.; Prakasan, C. B.; Bhat, P. K.; Kumar, A. C. 1992. Establishment of *Leptomastix dactylopii* How. (Hym.: Encyrtidae) in Karnataka for control of *Planococcus citri* (Risso) (Hom.: Pseudococcidae) of coffee. *Journal of Coffee Research*, **22**: 37-44.
- Righi, C. A.; Campoe, O. C.; Bernardes, M. S.; Lunz, A. M. P.; Piedade, S. M. S.; Pereira, C. R. 2013. Influence of rubber trees on leaf-miner damage to coffee plants in an agroforestry system. *Agroforest Systems*, **87**:1351-1362.
- Rodriguez, D.; Cure, J. R.; Cotes, J. M.; Gutierrez, A. P.; Cantor, F. 2011. A coffee agroecosystem model: I. growth and development of the coffee plant. *Ecological Modelling*, **222**: 3626-3639.
- Rosado, J. F.; Bacci, L.; Martins, J. C.; Silva, G. A.; Gontijo, L. M.; Picanço, M. C. 2014. Natural biological control of green scale (Hemiptera: Coccidae): a field life-table study. *Biocontrol Science and Technology*, **24**: 190-202.
- Samper, G. V. 1968. *Manual del cafeeiro Colombiano*. Federação Nacional de cafeeiros de Colombia, 370 p.
- Santa-Cecília, L. V. C.; Reis, P. R.; Souza, J. C. 2002. Sobre a Nomenclatura das Espécies de Cochonilhas-Farinhas do Cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. *Neotropical Entomology*, **31**: 333-334.
- Santa-Cecilia, L. V. C.; Bueno, V. H. P.; Prado, E. 2004. Development of the pineapple mealybug *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) on two pineapple cultivars. *Ciência e Agrotecnologia*, **28**: 1-6.
- Santa-Cecília, L. V. C.; Souza, B.; Prado, E.; Souza, J. C.; Fornazier, M. J. 2005. Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: reconhecimento e controle. *Circular Técnica*, **189**: 1-4.

- Sharaf, M. R.; Aldawood, A. S. 2011. First occurrence of *Solenopsis* Westwood 1840 (Hymenoptera: Formicidae), in the Kingdom of Saudi Arabia, with description of a new species *S. saudiensis* sp. n. *Annals de la Société Entomologique de France*, **47**: 474-479.
- Sharma, G.; Sundararaj, R. 2011. Association of Ants and Honeydew Producing Sucking Pests in Bangalore Provenance of Sandal (*Santalum album* Linn.). *An International Journal*, **3**: 62-64.
- Silva, E. B. 2000. Cálculo de prejuízos provocados por *Planococcus citri* (Risso) em citrinos. Tese Doutoramento em Engenharia Agronómica, ISA-UTL, Lisboa, 255 p.
- Sirias, I. C. H. 2011. Root-Knot Nematodes and Coffee in Nicaragua: Management Systems, Species Identification and Genetic Diversity. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, 57 p.
- Somarriba, E.; Harvey, C. A.; Samper, M.; Anthony, F.; González, J. Staver, C.; Rice, R. A. 2004. Biodiversity Conservation in Neotropical Coffee (*Coffea arabica*) Plantations. In: Schroth, G.; Fonseca, G. A. B.; Harvey, C. A.; Gascon, C.; Vasconcelos, H. L. ; Izac, A. N. (Eds) *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, London, pp. 198-226.
- Staver, C.; Guharay, F.; Monterroso, D.; Muschler, R. G. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems*, **53**: 151-170.
- Styrsky, J. D.; Eubanks, M. D. 2007. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. *Proceedings Biological Sciences*, **274**: 151-164.
- Tanwar, R. K.; Jeyakumar, P.; Monga, D. 2007. Mealybugs and their management. *Technical Bulletin*, **19**: 1-20.
- Thuy, N.T. Vuong, P.T. Hung, H.Q. 2011. Composition of scale insects on coffee in Daklak, Vietnam and reproductive biology of Japanese mealybug, *Planococcus kraunhiae* Kuwana (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, **17**: 29-37.
- Várzea, V. M. P. 1995. Variabilidade em *Colectotrichum spp* de cafeeiros. Pesquisa de fontes de resistência ao *C. Kahawae*. IICT- CIFC. Lisboa, 128 p.
- Vega, F. E.; Pava-Ripoll, M.; Posada, F.; Buyer, J. S. 2005. Endophytic bacteria in *Coffea arabica* L. *Journal of Basic Microbiology*, **45**: 371-380.
- Vega, F. E.; Posada, F.; Infante, F. 2006. Coffee Insects: Ecology and Control: In Pimentel. D. (Eds.) *Encyclopedia of Pest Management*. Taylor & Francis Group, New York, pp. 95-98.
- Vega, F. E. 2011. Coffee Berry Borer: An Overview. Sustainable Agricultural Systems Laboratory. Beltsville, 95 p.

- Venette, R. C.; Davis, E. E. 2004. Mini Risk Assessment Passionvine mealybug: *Planococcus minor* (Maskell) [Pseudococcidae: Hemiptera]. Department of Entomology, University of Minnesota, 30 p.
- Venkataramaiah, G. H.; Rehman, P. A. 1989. Ants associated with the mealybugs of coffee. *Indian Coffee*, **43**: 13-14.
- Vranjic, J. A. 1997. Ecology. Effects on host plant. In: Ben-Dov, Y.; Hodgson, C. J. (Eds.) *Soft Scale Insects Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, pp. 323-334.
- Waller, J. M.; Biggger, M.; Hillocks, R. . 2007. Coffee Pest, Diseases and their Management. CABI, London, 24 p.
- Watson, G.W.; Cox, D.M. 1990. Identity of the African coffee root mealybug, with description of two new species of *Planococcus* (Homoptera: Pseudococcidae). *Bulletin of Entomological Research*, **80**: 99-105.
- Watson, G. W.; Kubiriba, J. 2005. Identification of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) on banana and plantain in Africa. *African Entomology*, **13**: 1-13.
- Williams, D. J.; Watson, G. W. 1988. *The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region Part 2-The Mealybugs (Pseudococcidae)*. CAB International, Wallingford, 267 p.
- Williams, D. J.; Matile-Ferrero, D. 2009. A note on two mealybug species on coffee in Cuba named in the genus *Planococcus Ferris* [Hemiptera, Coccoidea, Pseudococcidae]. *Revue Française d'Entomologie*, **31**: 37-38.
- Willink, M. C.G.; Claps, L.E. 2003. Systematics, Morphology and Physiology: Cochinillas (Hemiptera: Coccoidea) Presentes en Plantas Ornamentales de la Argentina. *Neotropical Entomology*, **32**: 625-637.
- Zada, A.; Dunkelblum, E.; Assael, F.; Harel, M.; Cojocar, M.; Mendel, Z. 2003. Sex pheromone of the vine mealybug, *Planococcus ficus*, in Israel: occurrence of a second component in a mass-reared population. *Journal of Chemical Ecology*, **29**: 977-988.



## ANEXOS

### Anexo 1 - Delineamento experimental do Estufim 2 para o ensaio da intensidade de infestação.

1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	X	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	X	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0

Legenda: 0 - disposição das plantas na estufa  
 X - disposição das 2 armadilhas sexuais.

## Anexo 2 - Código de identificação de cada um dos genótipos de cafeeiros no Estufim 2

Posição de vaso cafeeiro		Código		Posição de vaso cafeeiro		Código		
1	linha1	coluna1	7963/152	Catimor	1	coluna1	13683/26	Sarchimor
2		coluna2	7962/164	Catimor	2	coluna2	13487/1	Sarchimor
3		coluna3	7962/20	Catimor	3	coluna3	12859/13	Sarchimor
4		coluna4	7963/124	Catimor	4	coluna4	13682/ 33	Sarchimor
5	linha2	coluna1	7962/235	Catimor	5	coluna1	13683/40	Sarchimor
6		coluna2	7963/160	Catimor	6	coluna2	13682/41	Sarchimor
7		coluna3	7963/47	Catimor	7	coluna3	13682/13	Sarchimor
8		coluna4	7958/35	Catimor	8	coluna4	13683/18	Sarchimor
9	linha3	coluna1	7963/183	Catimor	9	coluna1	13683/18	Sarchimor
10		coluna2	7963/204	Catimor	10	coluna2	13485/1	Sarchimor
11		coluna3	7962/79	Catimor	11	coluna3	13683/36	Sarchimor
12		coluna4	13682/40	<b>Sarchimor</b>	12	coluna4	13682/41	Sarchimor
13	linha4	coluna1	7962/265	Catimor	13	coluna1	13682/9	Sarchimor
14		coluna2	7963/117	Catimor	14	coluna2	13683/39	Sarchimor
15		coluna3	7963/97	Catimor	15	coluna3	13683/39	Sarchimor
16		coluna4	13726/19	<b>Cavimor</b>	16	coluna4	13682/ 33	Sarchimor
17	linha5	coluna1	7961/42	Catimor	17	coluna1	13682/ 36	Sarchimor
18		coluna2	7962/3	Catimor	18	coluna2	13682/ 36	Sarchimor
19		coluna3	7962/216	Catimor	19	coluna3	13485/ 2	Sarchimor
20		coluna4	7962/100	Catimor	20	coluna4	12859/ 5	Sarchimor
21	linha6	coluna1	7963/222	Catimor	21	coluna1	13683/ 40	Sarchimor
22		coluna2	7962/17	Catimor	22	coluna2	13682/ 33	Sarchimor
23		coluna3	7960/88	Catimor	23	coluna3	13683 26	Sarchimor
24		coluna4	7958/153	Catimor	24	coluna4	13683/ 42	Sarchimor
25	linha7	coluna1	7963/212	Catimor	25	coluna1	13487/2	Sarchimor
26		coluna2	7962/146	Catimor	26	coluna2	13483/1	Sarchimor
27		coluna3	7960/146	Catimor	27	coluna3	13682/40	Sarchimor
28		coluna4	7963/73	Catimor	28	coluna4	12859/3	Sarchimor
29	linha8	coluna1	7963/214	Catimor	29	coluna1	13682/36	Sarchimor
30		coluna2	7961/41	Catimor	30	coluna2	13682/36	Sarchimor
31		coluna3	7961/69	Catimor	31	coluna3	13683/35	Sarchimor
32		coluna4	7960/4	Catimor	32	coluna4	13682/6	Sarchimor
33	linha9	coluna1	7963/259	Catimor	33	coluna1	13726/25	<b>Cavimor</b>
34		coluna2	7963/25	Catimor	34	coluna2	13726/20	<b>Cavimor</b>
35		coluna3	7960/172	Catimor	35	coluna3	13683/25	Sarchimor
36		coluna4	7963/231	Catimor	36	coluna4	13682/41	Sarchimor
37	linha10	coluna1	7960/31	Catimor	37	coluna1	13683/40	Sarchimor
38		coluna2	7962/21	Catimor	38	coluna2	13726/25	<b>Cavimor</b>
39		coluna3	7962/234	Catimor	39	coluna3	14412/6	Sarchimor
40		coluna4	7962/18	Catimor	40	coluna4	13683/35	Sarchimor
41	linha11	coluna1	7963/225	Catimor	41	coluna1	13682/40	Sarchimor
42		coluna2	7963/233	Catimor	42	coluna2	13687/17	Sarchimor
43		coluna3	7960/82	Catimor	43	coluna3	13682/33	Sarchimor
44		coluna4	7960/16	Catimor	44	coluna4	13683/36	Sarchimor
45	linha12	coluna13	7962/29	Catimor	45	coluna1	13682/12	Sarchimor
46		coluna14	7962/233	Catimor	46	coluna14	13727/18	<b>Cavimor</b>
47		coluna15	7962/238	Catimor	47	coluna15	13727/18	<b>Cavimor</b>
48		coluna16	13478/2	<b>Villa Sarchi</b>	48	coluna16	13683/25	Sarchimor

	posição de vaso cafeeiro	Código	
1			
2	linha1	coluna1	13478/2
3		coluna2	13482/2
4		coluna3	8224/33
5		coluna4	2482/20
6	linha2	coluna1	3205/9
7		coluna2	3205/9
8		coluna3	3205/9
9		coluna4	3205/9
10	linha3	coluna1	8223/61
11		coluna2	3204/7
12		coluna3	8223/61
13		coluna4	8223/61
14	linha4	coluna1	8223/61
15		coluna2	3205/9
16		coluna3	13408/1
		coluna4	3205/9

**Villa Sarchi**

Catuaí amarelo

Catuaí vermelho

Catuaí amarelo

Catuaí amarelo

Catuaí amarelo

Catuaí amarelo

Catuaí amarelo

Catuaí vermelho

Catuaí vermelho

Catuaí vermelho

Catuaí vermelho

Catuaí vermelho

Catuaí amarelo

**Catimor**

Catuaí amarelo

### **Anexo 3 - Procedimentos para a preparação de pseudococcídeos para observação microscópica (adaptado de Williams & Watson,1988).**

1. Conservar os indivíduos em solução de conservação de pseudococcídeos (etanol acético).
2. Perfuração do tórax: efetuar um ou dois pequenos orifícios na região dorsal do mesotórax com ajuda de uma agulha fina.
3. Fervura em hidróxido de potássio (KOH 10%), durante 10 minutos. Pressionar gentilmente os exemplares (apenas na região dorsal ou ventral) de forma a remover o seu interior; os indivíduos deverão apresentar-se transparentes após o esvaziamento do conteúdo.
4. Lavagem em água destilada morna (2 vezes). Visualizar a lua; pressionar gentilmente de modo a eliminar ainda algum conteúdo, expelindo-o através dos orifícios; a lavagem serve também para remover resíduos de solução de hidróxido de potássio.
5. Lavagem em álcool 96%. Remoção de algumas gotas cerosas que permanecem ainda no interior.
6. Lavagem em carbol-xileno, durante 10 minutos. Remoção de algumas gotas cerosas que permanecem no interior; o tempo vai depender do estado de limpeza.
7. Lavagem em álcool 96%. Remoção de resíduos de carbol-xileno.
8. Desidratação em álcool 50% + ácido acético (4:1), durante 10 minutos.
9. Coloração em fucsina ácida, durante 1 hora (ou menos).
10. Desidratação em álcool 96%.
11. Desidratação em álcool absoluto.
12. Clarificação com eugenol (óleo de cravo), durante 20 minutos (ou mais). Visualizar a lupa; nesta fase poder-se-á eliminar algumas bolhas de ar que ainda existam e finalizar a limpeza.

Montagem em lâmina com bálsamo do Canadá. Colocar o exemplar em lâmina com a região ventral para cima, removendo os resíduos de eugenol com um papel de filtro e, compondo os apêndices de forma a ficarem direitos e sem sobreposições; colocar uma ou duas gotas de bálsamo do Canadá e deixar cair a lamela cuidadosamente com a ajuda de uma agulha.

**Anexo 4 - Folha de avaliação quantitativa quinzenal da intensidade de infestação da cochonilha-algodão por genótipo de cafeeiro no Estufim 2.**

Estufa: ----- Hora: Inicio ----- Fim -----

Data: ----- Variedade -----

Posição vaso cafeeiro		Código	Nível de infestação (0- s/ presença, 1- indivíduos isolados, 2- intermédio, 3- elevado)	Fenologia	Observações
<b>Linha 1</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 2</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 3</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 4</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				

<b>Linha 5</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 7</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 4</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 9</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 10</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				
<b>Linha 11</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				

<b>Linha 12</b>	<b>Coluna:1</b>				
	<b>Coluna:2</b>				
	<b>Coluna:3</b>				
	<b>Coluna:4</b>				