

**Estudo da Fenologia do Limoeiro
(*Citrus lemon*) e Outros Citrinos
Associado à Atividade da Psila
Africana (*Trioza erytreae*) e
Outras Pragas**

Hélder Diogo Cardoso Alves

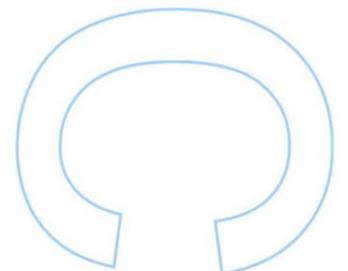
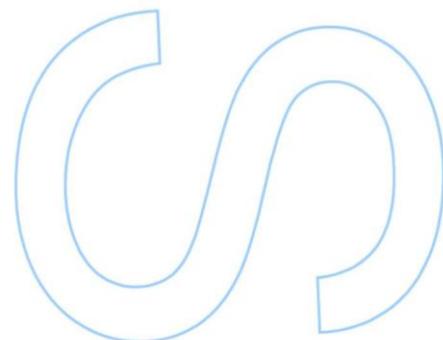
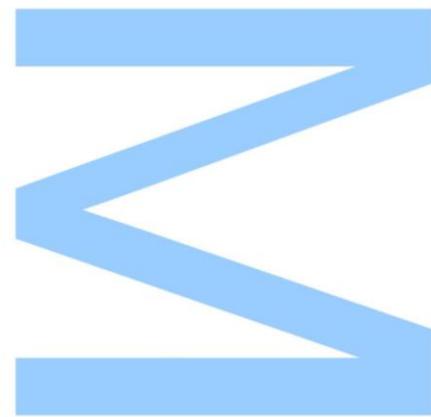
Mestrado em Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do
Território

Orientadora

Doutora Ana Álvares Ribeiro Marques de Aguiar, Professora
Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2020



Todas as correções
determinadas

pele júri, e só essas, foram
efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto,

____/____/____

3

5

6

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a todos os meus familiares e amigos por todo o apoio incondicional que me deram ao longo de todos estes anos e me incentivaram a prosseguir os meus desejos e alcançar os meus objetivos.

De seguida, agradeço à minha orientadora, Prof. Doutora Ana Aguiar, pelo desafio que apresentou, pela sua disponibilidade e pela sua ajuda durante todo este processo, pelos conselhos e pelas orientações facultadas para a realização da dissertação.

Agradeço ao Engenheiro Nuno Carvalho pelo tempo dispensado, pelas suas orientações e conselhos e pela sua disponibilidade em auxiliar na realização deste trabalho. As suas orientações práticas foram essenciais para a realização deste trabalho.

À Prof. Doutora Susana Fonseca pelo tempo dispensado e pelo seu auxílio no processo de organização e tratamento de dados. Um muito obrigado pela amabilidade, pelo tempo despendido e pelas suas orientações.

A todos os colaboradores da Universidade do Porto, principalmente do Campus de Vairão que me acompanharam e ajudaram ao longo da realização deste trabalho e estiveram sempre prontos a ajudar.

Resumo

A psila africana dos citrinos, *Trioza erytreae* Del Guercio, é uma praga recente no nosso país, que arrecada consequências devastadoras para os seus hospedeiros durante o seu desenvolvimento pelos estragos diretos e pela sua capacidade de transmissão do Huanglongbing, a doença mais devastadora dos citrinos.

A realização deste trabalho teve como principal objetivo acompanhar e analisar o desenvolvimento e o comportamento da psila africana dos citrinos (PAC), numa exploração agrícola do litoral norte do país. Com este trabalho pretendeu-se reconhecer as preferências da PAC desde a postura dos ovos, até à formação do jovem adulto.

A exploração agrícola apresentava diferentes espécies de citrinos, em localizações diferentes, em modos de condução diferentes e com características fenológicas diferentes. Os dados obtidos durante três fluxos de rebentação acompanhados foram divididos de acordo com a sua localização e de acordo com a variável que estávamos a analisar. Durante 18 semanas, foram registadas o número de folhas de cada rebento, o número de folhas com a presença de PAC e dos seus diferentes estados de desenvolvimento.

Com os dados obtidos, foi possível determinar a existência de correlações entre o desenvolvimento da PAC e os seus hospedeiros. Os resultados obtidos foram comparados com a bibliografia consultada no sentido de determinar a presença de similaridades entre dois locais de estudo diferentes. A observação em diferentes fluxos de rebentação e em diferentes grupos de citrinos permitiu detetar diferenças nos comportamentos da PAC de modo a corroborar as conclusões alcançadas.

Palavras-Chave

Huanglongbing; ovos; ninfas; galhas; adultos; estragos; correlação

Abstract

African Citrus Psylla, *Trioza erytreae* Del Guercio, is a recent pest in our country, which has devastating consequences for his hosts during his development because of direct damage and his ability to transmit Huanglongbing, the most devastating citrus disease.

The main objective of this work was to monitor and analyze the development and behavior of the African Citrus Psylla (ACP), on an agricultural exploration on the north coast of the Portugal. This work aimed to recognize the preferences of the ACP from oviposition to the formation of the young adult.

The exploration had different citrus species, in different locations, in different training systems modes and with different phenological characteristics. The data obtained during three growth periods accompanied were divided according their location and according to the variable that allow the analysis. During eighteen weeks, the number of leaves of each shoot was annotated together with the number of leaves with ACP and his different stages of development.

With the data obtained was possible to verify the existence of correlations between the development if the PAC and his hosts. The results obtained were compared with bibliography in order to determine the presence of similarities between two different sites. The observation in different growth waves and in different citrus groups allowed to detect differences in ACP behavior in order to corroborate the conclusions reached.

Keywords

Huanglongbing; eggs; nymphs; galls; adults; damages; correlation

Índice

| | |
|--|-----|
| Agradecimentos | I |
| Resumo | II |
| Palavras-Chave | II |
| Abstract | III |
| Keywords | III |
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Revisão Bibliográfica | 2 |
| 2.1. História dos Citrinos | 2 |
| 2.2. História dos Citrinos em Portugal | 4 |
| 2.3. Caracterização dos Citrinos | 6 |
| 2.3.1. Morfologia | 6 |
| 2.3.2. Sistemática | 8 |
| 2.3.3. Caracterização de Variedades | 8 |
| 2.3.4. Estados Fenológicos | 11 |
| 2.4. Dados económicos da produção de citrinos no mundo | 14 |
| 2.5. Dados económicos da produção de citrinos em Portugal | 17 |
| 2.6. Psila Africana dos Citrinos | 18 |
| 2.6.1. Posição sistemática | 18 |
| 2.6.2. Morfologia, bioecologia/ ciclo de vida | 19 |
| 2.6.2.1. Ovos de psila africana dos citrinos | 21 |
| 2.6.2.2. Ninfas de psila africana dos citrinos | 22 |
| 2.6.2.3. Adultos de psila africana dos citrinos | 23 |
| 2.6.3. Natureza dos estragos da psila africana dos citrinos | 24 |
| 2.6.4. Medidas de proteção | 25 |
| 2.7. Huanglongbing | 26 |
| 2.7.1. Caracterização da Doença | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.7.2. Natureza dos estragos do Huanglongbing | 29 |
| 2.7.3. Medidas de Proteção | 30 |
| 2.7.4. Pré-HLB | 30 |
| 2.8. Lagarta Mineira dos Citrinos | 31 |
| 2.8.1. Posição sistemática | 31 |
| 2.8.2. Morfologia, bioecologia/ ciclo de vida | 31 |
| 2.8.2.1. Ovo da lagarta mineira dos citrinos | 32 |
| 2.8.2.2. Larva de mineira dos citrinos | 33 |
| 2.8.2.3. Pupa de mineira dos citrinos | 34 |
| 2.8.2.4. Adulto de mineira dos citrinos | 34 |
| 2.8.3. Natureza dos estragos da mineira dos citrinos | 35 |
| 2.8.4. Medidas de proteção | 36 |
| 2.9. Afídeos | 37 |
| 2.9.1. <i>Toxoptera aurantii</i> | 37 |
| 3. Material e Métodos | 39 |
| 3.1. Material | 39 |
| 3.2. Metodologia | 39 |
| 3.2.1. Estado Fenológico da rebentação nova dos citrinos | 40 |
| 4. Resultados e Discussão | 41 |
| 4.1. Resultados Obtidos | 41 |
| 4.1.1.1. Bardo de Citrinos | 43 |
| 4.1.1.2. Limoeiros | 49 |
| 4.1.2. Ninfas da Psila Africana dos Citrinos | 55 |
| 4.1.2.1. Bardo de Citrinos | 55 |
| 4.1.2.2. Limoeiros | 61 |
| 4.1.3. Galhas da Psila Africana dos Citrinos | 68 |
| 4.1.3.1. Bardo de Citrinos | 69 |
| 4.1.3.2. Limoeiros | 70 |
| 4.1.4. Afídeos, Formigas, Lagarta Mineira e adultos de Psila | 71 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 4.1.4.1. Bardo de Citrinos | 71 |
| 4.1.4.2. Limoeiros | 72 |
| 5. Conclusões | 74 |
| 6. Referências bibliográficas | 76 |
| 7. Webgrafia | 77 |
| 8. Anexos | 79 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Logotipo da IGP "Citrinos do Algarve" (Sativa, 2020). | 5 |
| Figura 2. Estados Fenológicos dos Citrinos (Escala BBCH) (Meier, 2001). | 12 |
| Figura 3. Produção mundial de laranja entre 2000 e 2018 (FAOSTAT, 2020). | 14 |
| Figura 4. Produção mundial de limão e lima entre 2000 e 2018 (FAOSTAT, 2020). | 15 |
| Figura 5. Produção mundial de tangerinas e clementinas entre 2000 e 2018 (FAOSTAT, 2020). | 15 |
| Figura 6. Hospedeiros da Psila Africana dos Citrinos (Carmo Martins, M. 2017). | 19 |
| Figura 7. Dispersão da <i>T. erythrae</i> em Portugal Continental (2020) (DGAV, 2020). | 21 |
| Figura 8. Ovos de psila africana dos citrinos nos rebentos analisados. | 21 |
| Figura 9. Ninfas de psila africana dos citrinos nos rebentos analisados. | 23 |
| Figura 10. Jovem adulto de <i>T. erythrae</i> (Aguiar & Carvalho, 2019). | 24 |
| Figura 11. Galhas nas folhas dos rebentos analisados. | 25 |
| Figura 12. Distribuição mundial da <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> (EPPO, 2020). | 27 |
| Figura 13. Distribuição mundial da <i>Candidatus Liberibacter africanus</i> (EPPO, 2020). | 28 |
| Figura 14. Afídeo negro (<i>T. aurantii</i>). | 37 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Produção de citrinos no Brasil em 2018 (FAOSTAT, 2020). | 16 |
| Tabela 2. Produção de citrinos na China (2018) (FAOSTAT, 2020). | 16 |
| Tabela 3. Produção de citrinos nos Estados Unidos da América (2018) (FAOSTAT, 2020). | 17 |
| Tabela 4. Número mínimo e máximo de árvores com rebentação e ramos observados e semana da ocorrência. | 42 |
| Tabela 5. Dados obtidos no primeiro fluxo de citrinos no bardo de citrinos. | 43 |
| Tabela 6. Dados obtidos no segundo fluxo de citrinos no bardo de citrinos. | 44 |
| Tabela 7. Dados obtidos no terceiro fluxo de rebentação no bardo de citrinos. | 44 |
| Tabela 8. Dados obtidos no conjunto de observações no bardo de citrinos. | 45 |
| Tabela 9. Estatística dos dados no bardo de citrinos. | 48 |
| Tabela 10. Dados obtidos no primeiro fluxo de rebentação nos limoeiros. | 49 |
| Tabela 11. Dados obtidos no segundo fluxo de rebentação nos limoeiros. | 50 |
| Tabela 12. Dados obtidos no terceiro fluxo de rebentação nos limoeiros. | 51 |
| Tabela 13. Dados obtidos no conjunto de observações nos limoeiros. | 51 |
| Tabela 14. Estatística dos dados dos limoeiros. | 53 |
| Tabela 15. Dados obtidos no primeiro fluxo de citrinos no bardo de citrinos. | 55 |
| Tabela 16. Dados obtidos no segundo fluxo de citrinos no bardo de citrinos. | 56 |
| Tabela 17. Dados obtidos no terceiro fluxo de citrinos no bardo de citrinos. | 57 |
| Tabela 18. Dados obtidos no conjunto de observações no bardo de citrinos. | 57 |
| Tabela 19. Estatísticas ninfas no bardo de citrinos. | 61 |
| Tabela 20. Dados obtidos no primeiro fluxo de rebentação nos limoeiros. | 62 |
| Tabela 21. Dados obtidos no segundo fluxo de rebentação nos limoeiros. | 62 |
| Tabela 22. Dados obtidos no terceiro fluxo de rebentação nos limoeiros. | 63 |
| Tabela 23. Dados obtidos no conjunto de observações nos limoeiros. | 63 |
| Tabela 24. Estatísticas ninfas nos limoeiros. | 67 |
| Tabela 25. Dados obtidos no primeiro período de observação no bardo de citrinos. | 69 |
| Tabela 26. Dados obtidos no segundo período de observação no bardo de citrinos. | 69 |
| Tabela 27. Dados obtidos no terceiro período de observação no bardo de citrinos. | 69 |
| Tabela 28. Dados obtidos no primeiro período de rebentação nos limoeiros. | 70 |
| Tabela 29. Dados obtidos no segundo período de rebentação nos limoeiros. | 70 |
| Tabela 30. Dados obtidos no terceiro período de rebentação nos limoeiros. | 71 |
| Tabela 31. Dados obtidos no conjunto de observações no bardo de citrinos. | 72 |
| Tabela 32. Dados obtidos no conjunto de observações nos limoeiros. | 73 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Proporção de folhas com ovos no bardo de citrinos. | 46 |
| Gráfico 2. Posição das folhas com ovos ao longo do ramo no bardo de citrinos. | 47 |
| Gráfico 3. Presença de folhas com ovos nos diferentes estados fenológicos. | 48 |
| Gráfico 4. Proporção de folhas com ovos nos limoeiros. | 52 |
| Gráfico 5. Posição das folhas com ovos ao longo do ramo nos limoeiros. | 53 |
| Gráfico 6. Presença de folhas com ovos nos diferentes estados fenológicos. | 54 |
| Gráfico 7. Proporção de folhas com ninfas no bardo de citrinos. | 58 |
| Gráfico 8. Posição de folhas com ninfas no ramo no bardo de citrinos. | 59 |
| Gráfico 9. Posição de folhas com ovos e ninfas no ramo no bardo de citrinos. | 59 |
| Gráfico 10. Presença de folhas com ninfas nos diferentes estados fenológicos. | 60 |
| Gráfico 11. Proporções de folhas com ninfas nos limoeiros. | 64 |
| Gráfico 12. Presença de folhas com ninfas nos limoeiros. | 65 |
| Gráfico 13. Presença de folhas com ovos e ninfas nos limoeiros. | 66 |
| Gráfico 14. Presença de folhas com ninfas nos diferentes estados fenológicos. | 67 |

Lista de Abreviaturas

IGP - Indicação Geográfica Protegida

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

EUA - Estados Unidos da América

OIRSA - Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization

BBCH - Escala para classificação do estado fenológico de desenvolvimentos das plantas desenvolvida por "Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt and Chemical Industry

BBA - Centro Alemão de Pesquisa Biológica do Centro de Agricultura e Floresta

BSA - Centro Alemão de Variedades de Planta

IVA - Associação Agroquímica Alemã

IGZ - Instituto dos Vegetais e Ornamentais em Grossbeeren/ Erfurt, Alemanha

PAC - Psila Africana dos Citrinos

SPSS - Statistical Package for the Social Science

1. Introdução

Os citrinos são um conjunto de inúmeras fruteiras, oriundos da região subtropical e tropical do continente asiático, predominantemente na região do Sudeste Asiático onde se incluía China, Índia e o arquipélago Malaio (Liu et al., 2012). A introdução dos citrinos no continente Europeu ocorreu, principalmente, devido a expansão árabe. O período de descobrimentos foi um meio de transporte para a instalação, implementação e disseminação dos citrinos no continente Americano. As principais regiões produtoras de citrinos encontram-se no hemisfério norte nas regiões tropicais e subtropicais entre os 35°N e os 35°S. No período pós-segunda guerra mundial ocorreu um aumento significativo na produção de citrinos, devido ao aumento e a especialização da tecnologia no processo de apanha, conservação e transformação (Amaral, 1994). Atualmente os maiores produtores de citrinos encontram-se no continente Americano e algumas regiões do continente Asiático (Food & Agriculture Organization of the United, 2020).

A psila africana dos citrinos (PAC), *Trioza erytreae* Del Guercio, é um pequeno inseto pertencente à ordem Hemiptera. É um inseto picador-sugador com a capacidade de transmitir o Huanglongbing, conhecido por enverdecimento dos citrinos, uma das doenças mais devastadora nos citrinos, responsável pela destruição de diversos hectares no continente Americano, com perdas próximas de 3,5 mil milhões de dólares (Munir et al., 2018). A psila africana dos citrinos foi detetada em Portugal Continental no ano de 2014, na região do grande Porto, em jardins públicos e quintais. A sua rápida disseminação pela faixa litoral do país e a chegada à zona sul do Tejo tem preocupado o governo e os agricultores uma vez que a sua presença nos pomares do sul do país pode ser devastadora para a economia local e para a sobrevivência dos produtores.

Uma vez que é uma praga recente no nosso país, os estudos referentes à psila africana dos citrinos (PAC) são escassos e o seu comportamento e preferências são pouco conhecidas. O conhecimento presente provém de países estrangeiros, onde a presença da PAC é há muito uma realidade. Atualmente, têm sido realizados esforços conjuntos entre vários países, inclusivamente Portugal e Espanha, para identificar as preferências da praga, o seu comportamento nas regiões onde se encontra e de certa forma identificar métodos de controlo para evitar a sua disseminação.

Com a realização deste estudo pretende-se identificar algumas das preferências e comportamentos da psila africana dos citrinos em relação aos seus hospedeiros na região norte do país de modo a complementar a informação presente até ao momento.

Mais concretamente, o estudo pretende avaliar a influência das características da rebentação nova dos hospedeiros no desenvolvimento da PAC, ao nível dos ovos, ninfas e adultos. Com os resultados obtidos é esperado conhecer as preferências da PAC em relação ao seu hospedeiro, de modo a transferir esse conhecimento para outras regiões do país e possibilitando, futuramente, a construção de uma relação com a praga de modo a controlar a sua disseminação e os estragos causados pela sua presença.

2.Revisão Bibliográfica

2.1. História dos Citrinos

Os citrinos são um conjunto de inúmeras fruteiras que, embora diferentes, apresentam um grande número de características comuns entre si. Os citrinos são caracterizados por apresentarem frutos constituídos por diversos gomos resultado de cada um dos carpelos do ovário composto que lhes deu origem. Os frutos são classificados botanicamente de hesperídeos (Amaral, 1994). Os citrinos são de acordo com muitos investigadores, oriundos da região subtropical e tropical do continente Asiático, principalmente o Sudeste Asiático onde se inclui a China, Índia e o arquipélago Malaio (Liu et al., 2012).

Apesar de se encontrarem em mais de 140 países, a maioria das produções encontram-se instaladas no hemisfério norte nas regiões tropicais e subtropicais existentes entre os 35°N e os 35°S (Liu et al., 2012).

No período pós-segunda guerra mundial ocorreu um aumento elevado da produção de citrinos o que se deve, em parte ao desenvolvimento da tecnologia do sumo concentrado que é caracterizado por conservar o sabor fresco, a totalidade da cor e a redução das perdas durante o armazenamento e os custos de transporte.

A laranja azeda, o limão e a cidra foram os primeiros citrinos introduzidos na Europa pelos movimentos exploratórios. A cidra (*Citrus medica L.*) tinha um papel importante na medicina tradicional devido às suas capacidades terapêuticas. É

originária da região do sul da China e do norte da Índia. A primeira descrição do fruto foi realizada por Teofrasto em 310 D.C.

A laranjeira (*Citrus sinensis*) é oriunda da região a sul dos himalaia, da Birmânia, sul da China e da Cochinchina. A expansão árabe é responsável pela distribuição da laranjeira e do limoeiro pelo norte de África, Sicília e na Península Ibérica durante o século X (Amaral, 1994).

A origem do limoeiro (*Citrus lemon*) é desconhecida, embora muitos investigadores acreditam que é oriundo do sueste da Ásia, sul da China e da Birmânia. A primeira referência ao limoeiro encontra-se na obra de Fan Ch'eng-ta em 1175 referindo-se a este como limung (Amaral, 1994).

A sua chegada à Europa ocorreu um pouco mais tarde, mas seguindo o mesmo trajeto, a expansão árabe. Esta foi responsável pela introdução na Berberia, norte de África, Península Ibérica, Mar da Arábia, Mar Vermelho e no Golfo Pérsico. Após a sua chegada à Europa, os cruzados foram responsáveis pela sua expansão sobretudo na região circundante do mediterrâneo.

A primeira referência à laranja doce (*Citrus sinensis*) aconteceu no ano de 1178 A.C. no livro de Han Yen Xi juntamente com a laranja azeda (*Citrus aurantium*) e a tangerina (*Citrus reticulata*), afirmando a presença de 27 variedades destas três espécies (Amaral, 1994).

A laranja doce foi introduzida na Europa pelos portugueses (Amaral, 1994) . No entanto é ainda um ponto de discórdia, sendo que muitos escritores afirmam que a laranja doce já se encontrava na Europa muito antes dos movimentos exploratórios dos Portugueses. Contudo foram os portugueses que introduziram na Europa as melhores variedades de laranja doce com características diferentes daquelas conhecidas até então.

A introdução da laranja doce e de outros citrinos no continente Americano deveu-se aos portugueses e aos espanhóis durante o período dos descobrimentos.

A tangerina (*Citrus reticulata*) é originária da China e da Cochinchina. Foi tardiamente introduzida na Europa sendo a primeira referência a esta variedade do ano de 1805 (Amaral, 1994).

O Kumkuat (*Citrus japonica*) é o citrino que apresenta os frutos mais pequenos. Como os outros citrinos, é oriundo do continente asiático. Foi introduzido na Europa por Robert Fortune em 1846 (Amaral, 1994).

2.2. História dos Citrinos em Portugal

Portugal apresenta grandes tradições na cultura de citrinos devido ao importante papel na sua disseminação no período dos descobrimentos no século XVI. As primeiras produções de citrinos em Portugal com alguma significância ocorreram na região de Setúbal, Coimbra, Amares e Açores durante o século XVIII e início do século XIX.

Os citrinos encontram-se por todo o país, de Norte a Sul, sendo algumas regiões mais afamadas pela qualidade do produto final. Assim, são reconhecidas e louvadas as laranjas de Amares, as da região da Pala, baixo Douro, as de S. Mamede de Ribatua, as de Tondela, Ribatejo, Setúbal e do Algarve (Amaral, 1994).

Durante o século XX ocorreu um aumento acentuado da área de cultivo no Algarve, tendo a citricultura passado a constituir o principal sector da agricultura da região e um dos principais setores da fruticultura nacional (Duarte, 2017). A região é caracterizada pelas condições edafo-climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos citrinos, um modo de produção pouco intensivo e pela colheita tardia em relação aos outros países produtores. Os pomares de pequena dimensão da região têm sido abandonados e os produtores têm vindo a realizar plantações de grande dimensão. O aumento da área de produção tem sido acompanhado pela modernização tecnológica dos pomares e das centrais frutícolas. A assistência técnica por especialistas qualificados tem levado ao aumento da produtividade, consequência da implementação de compassos mais apertados, sistemas de rega eficientes, fertirrigação, utilização de variedades mais produtivas e rejuvenescimentos de pomares (Duarte, 2017).

Dentro dos citrinos cultivados na região, a laranja é aquela que apresenta um aumento mais significativo (Duarte, 2017). Este facto faz com que Portugal se tenha tornado autossuficiente em laranja (Duarte, 2017). O desenvolvimento da cultura tem levado a uma grande expansão de novas variedades na região do Algarve e, conseqüentemente, ao desaparecimento de variedades tradicionais. Efetivamente, sendo o Algarve a principal região produtora de citrinos do país, ocorreu uma dominância de variedades mais produtivas e a supressão de variedades antigas, tornando o norte do país uma região com um maior leque de variedades de citrinos.

A principal variedade de laranja cultivada na região do Algarve é a “D. João”, caracterizando-se pelas ótimas particularidades organolépticas. As tangerinas “Setubalense” e “Carvalhais” são as mais cultivadas na região apesar da sua menor escala (Neves et al., 2020).

Os produtos frutícolas portugueses são conhecidos nos mercados externos como sendo de boa qualidade. O prestígio da produção de citrinos na região do Algarve levou à implementação da Indicação Geográfica Protegida (IGP) “Citrinos do Algarve”.

Os “Citrinos do Algarve” (Figura 1) são produzidos nos concelhos de Albufeira, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Monchique, Olhão, Portimão, S. Brás de Alportel, Vila Real de Santo António, Loulé. Apresentam características únicas das respetivas variedades e obedecem a determinadas condições de apanha, transporte, preparação, acondicionamento e conservação. Os citrinos do Algarve são caracterizados pela sua casca fina intensamente colorida e brilhante, elevado teor de sumo e sabor doce. As condições climáticas da região proporcionam dois picos de produção em dezembro/janeiro e junho/julho (Lifecooler, 2016). As variedades de laranjas utilizadas na região são: Dalmau (Navelina), Newhall e Valencia Late. As tangerinas são das variedades: Fortuna, Encore, Ortanique, Clementina Fina, Clementina Nules, Arrufantina, Hernandina, Fremont, Setubalense, Okitsu, Tangera e Tangerina Nova. As variedades de toranja são: Marsh, Seedless, Star Ruby. As variedades de limões são: Eureka, Lisboa e Lunário (Sativa, 2020).



Figura 1. Logotipo da IGP "Citrinos do Algarve" (Sativa, 2020).

2.3. Caracterização dos Citrinos

2.3.1. Morfologia

2.3.1.1. Raiz

Sistema radicular apumado, ramificado que pode atingir 8 a 10 metros de profundidade. A ramificação sucessiva origina raízes finas, terminando com o calibre capilar, por onde se realiza a observação de água e nutrientes. Apresentam uma coloração castanha clara a amarelada quando as raízes são novas escurecendo à medida que envelhecem (Amaral, 1994).

A natureza do solo influencia muito o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular devido à maior e/ ou menor capacidade de arejamento, acidez do solo, temperatura e disponibilidade de água e nutrientes.

2.3.1.2. Tronco

Tronco direito e cilíndrico. Pode apresentar costas, resultado do prolongamento das raízes mais grossas, frequente nos limoeiros. A ramificação ocorre a poucos centímetros do solo, sendo necessário realizar a abcisão desses ramos de modo a que a primeira ramificação ocorra entre os 70 a 150 centímetros (Amaral, 1994).

Inicialmente apresentam um tom verde que com o tempo vai sendo substituída por um tom cinzento a castanho oriundo das células suberosas da felogene.

Os ramos dão origem a uma copa de forma esférica ou cônica, que rapidamente pode ser moldada através da poda. Os ramos, quando novos, apresentam-se angulosos devido a crescimentos desiguais provocados pela distribuição de auxinas, em maior quantidade junto das folhas (Amaral, 1994).

Os ramos apresentam, no geral, espinhos, que não passam de ramos modificados. Os espinhos são mais frequentes nas árvores novas. Nas árvores adultas, os espinhos aparecem nos ramos inferiores e nos ramos ladrões, não existindo nos ramos superiores. Os espinhos têm desvantagens na execução de trabalhos como a colheita, prejudicando a integridade e a qualidade do produto final.

2.3.1.3. Folhas

Os citrinos apresentam folhas persistentes, verde-claras no início que gradualmente tornam-se verde escuras. As folhas dos citrinos apresentam-se como folhas simples, na realidade são folhas compostas, mas unifoliadas, devido à incapacidade de formar outros pecíolos (Amaral, 1994). Apresentam, no caso da laranjeira, limbos inteiros e limbos crenulados nos limoeiros e nas limeiras. Existem citrinos com o pecíolo alado.

As folhas são alternadas, de forma elíptica, oval ou lanceoladas. Sobre a sua epiderme existe glândulas repletas de óleos aromáticos, voláteis de aroma mais ou menos intenso e característico de cada espécie (Amaral, 1994).

As folhas surgem em três períodos distintos: 1º) princípio e meados de fevereiro, 2º) fim de maio e início de junho, 3º) setembro e início de outubro. A queda das folhas acontece durante todo o ano sendo mais intensa durante os meses de abril e maio (Amaral, 1994).

As folhas dos ramos de fruto permanecem até 15 semanas, enquanto que as dos ramos mais vigorosos podem permanecer durante três anos (Amaral, 1994).

2.3.1.4. Flores

As flores hermafroditas podem ser solitárias ou encontrar-se em grupos. A sua inserção pode ser terminal ou axilar e os pedúnculos são curtos, lisos e articulados. As flores provêm de lançamentos oriundos de ramos com menos de um ano e, no caso dos limoeiros, de ramos com dois e mais anos (Amaral, 1994).

A principal época de floração ocorre na primavera, entre março e abril. As condições climatéricas podem atrasar ou adiantar a floração em largos períodos de tempo. Algumas doenças podem ter o mesmo efeito. Algumas variedades de limoeiro apresentam floração durante quase todo o ano com um período mais intenso na primavera.

A floração nos citrinos é abundante, mas o número de frutos vingados é muito pequeno (Amaral, 1994).

2.3.1.5. Fruto

O fruto dos citrinos é um hesperídeo. Apresentam forma globosa, subglobosa, globosa-deprimida, ovóide, oblonga e piriforme. Os frutos são constituídos por pericarpo e sementes. O pericarpo é constituído por epicarpo (camada exterior), mesocarpo (parte branca esponjosa) e endocarpo (gomos). O número de gomos varia de sete a 15 (Amaral, 1994).

A maturação dos frutos pode ocorrer em épocas diferentes consoante a espécie, variedade e clima da região. Em Portugal, a principal época de colheita de citrinos inicia-se em outubro e novembro e prolonga-se até junho, contudo algumas variedades de laranja amadurecem no verão (Amaral, 1994).

2.3.2. Sistemática

A existência de inúmeras espécies de citrinos, a sua facilidade de hibridações e a ocorrência de mutações de gomos, que leva à formação de frutos com características distintas, torna a classificação dos citrinos muito difícil. As plantas da família das Rutáceas podem ser árvores, arbustos e subarbustos. Apresentam folhas alternadas ou opostas, simples ou compostas. As flores são pentâmeras ou tetrâmeras, hermafroditas. As árvores são pequenas, o fruto é uma baga (geralmente hesperídio) (Amaral, 1994). As árvores pertencem ao género *Citrus*, Família *Rutaceae*, Ordem *Sapindales*, Subclasse *Rosidae*, Classe *Magnoliopsida*, Divisão *Spermatophyta* (Jardim Botânico da UTAD (2004).

2.3.3. Caracterização de Variedades

2.3.3.1. Laranja

Valencia late

Variedade de laranja serôdia muito utilizada na Europa, no continente americano, África do Sul, Israel e, de um modo geral, presente em todos os países citricolas. É originária dos Açores, onde foi propagada por viveiristas, e a partir daí foi introduzida no continente americano (Amaral, 1994).

Apresenta um fruto redondo ou ligeiramente oval, tamanho normal com um peso médio do fruto de 150 - 180 gramas. Casca fina, resistente, bem corada. Apresenta uma polpa sumarenta, textura fina e sabor agradável, sendo muito apreciada pela indústria.

O período de maturação ocorre entre março a setembro. Tem um bom poder de conservação, resistente ao transporte.

As árvores são de elevada altura, vigorosas, produtivas com poucos espinhos.

Dalmau

Também conhecida por Navelina, Navel Dalmau, Granito, Smith's Early, Navel. Variedade predominante de Espanha. Frutos com umbigo rudimentar, de casca avermelhada no período da sua maturação, sucosos e sensíveis ao frio.

Árvores pouco vigorosas, resistentes aos solos calcários (Amaral, 1994).

2.3.3.2. Limoeiros

Lisboa

São conhecidas menos variedades de limoeiros que de laranja doce, além disso, cada país designa de forma diferente as mesmas variedades. Os limoeiros da variedade Lisboa são muito utilizados no continente Americano. Apresentam frutos de cor de limão, amarelada, casca mais ou menos lisa. Frutos ácidos com muito sumo e diversas sementes. Polpa finamente granulada, verde-amarelada. Apresenta melhor aspeto exterior do que outras variedades durante o período de conservação (Amaral, 1994).

Árvores de elevada altura e vigorosas. Inúmeros ramos verticais, mediantemente espinhosos. Folhagem densa e clara. Resistente ao frio e não remontante (Amaral, 1994).

2.3.3.3. Tangerinas

Setubalense

Variedade muito afamada, primeiramente cultivada na região de Setúbal e posteriormente por todo o país. Frutos de forma achatada, tamanho pequeno-médio

(quatro – seis centímetros). Casca laranja-avermelhada, empolada e facilmente destacável. Polpa uniforme alaranjada com diversas sementes (15 a 25 sementes).

Maturação de meia estação, janeiro.

Árvore de média a elevada altura com ramos delgados. Folhas finas e pequenas. Muito produtiva, mas com risco de alternância (Amaral, 1994).

Clementina

A clementina, conhecida também por tangerina da Argélia, é um híbrido resultante do cruzamento entre a tangerina normal e a laranja azeda (Amaral, 1994). As clementinas, oriundas da Argélia, rapidamente expandiram-se pelas regiões citricolas do globo devido as suas características organolépticas e a sua facilidade de descasque.

Ao longo dos tempos, surgiram diversos clones como forma de contornar algumas características desvantajosas que a variedade apresentava como a elevada quantidade de sementes que o fruto apresenta e a tendência de alternância nas árvores.

Apresenta uma árvore de tamanho médio, aberta com ramos finos isentos de espinhos. Folhagem densa, com forma variável, de tonalidade verde escura a verde clara na página inferior e superior da folha. Variedade exigente em fertilização com boa adaptação na zona litoral do país (Amaral, 1994).

Fruto de cor laranja-avermelhado, com superfície lisa e lustrosa, com uma forma globosa a elíptica e uma casca ligeiramente grossa. Fruto com tamanho médio com oito a 12 gomos e três a seis sementes cada. Polpa alaranjada (Amaral, 1994).

Variedade temporã, permanecendo no seu melhor estado até fevereiro-março. Em Portugal, a variedade comporta-se como de meia-estação.

2.3.3.4. Toranja:

Star-Ruby:

Resultado do cruzamento entre o pomelo e a laranjeira doce.

Fruta de cor amarelo-alaranjado e forma oval-achatada, conseguindo atingir até um quilograma de peso e 15 centímetros de diâmetro. Polpa suculenta, com poucas sementes e uma tonalidade de laranja até vermelho. Casca espessa, áspera e carnuda. A colheita realiza-se de outubro a fevereiro (Flores, 2014).

Folhas alternadas, ovais e dentadas. Apresentam uma cor verde intensa.

Árvore pequena (até cinco metros), vigorosa de copa densa e esférica com folhas permanentes. As folhas são maiores que a laranjeira doce e as flores são brancas. O início da produção ocorre três a quatro anos após a plantação e tem um período produtivo de 22 a 30 anos (Rau, P 2020).

2.3.3.5. Kumquat:

Conhecido também por laranja-anã. Fruto com forma ovóide apresentando poucas sementes. Polpa alaranjada, ácida e segmentada semelhante ao limão, laranja e toranja. A sua casca é comestível (Flores, 2014).

A floração ocorre no início do Outono. Esta variedade não é observada na natureza. É plantada em pomares previamente preparados (Flores, 2014).

Árvore de crescimento lento com uma altura máxima de cinco metros. Apresenta ramos lisos, angulares e com alguns espinhos. Folhas de cor verde intensa na página superior e verde clara na página inferior. Alternadas, lanceoladas e muito finamente dentadas no seu ápice. O seu comprimento varia de quatro a nove centímetros (Flores, 2014).

2.3.4. Estados Fenológicos

Os estados fenológicos dos citrinos (Figura 2) são classificados de acordo com a escala desenvolvida por “Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt and Chemical Industry”. A escala BBCH é utilizada para identificar e codificar os estados fenológicos de plantas mono e dicotiledóneas.

A escala resulta do trabalho do Centro Alemão de Pesquisa Biológica do Centro de Agricultura e Floresta (BBA), Centro Alemão de Variedades de Planta (BSA), Associação Agroquímica Alemã (IVA) e o Instituto dos Vegetais e Ornamentais em Grossbeeren/ Erfurt, Alemanha (IGZ) (Meier, 2001).

O código decimal, dividido em principal e secundário, permite distinguir os estados fenológicos do crescimento da planta e a construção da escala baseou-se no conhecimento adquirido por Zadoks em 1974, num trabalho realizado em cereais (Meier, 2001).

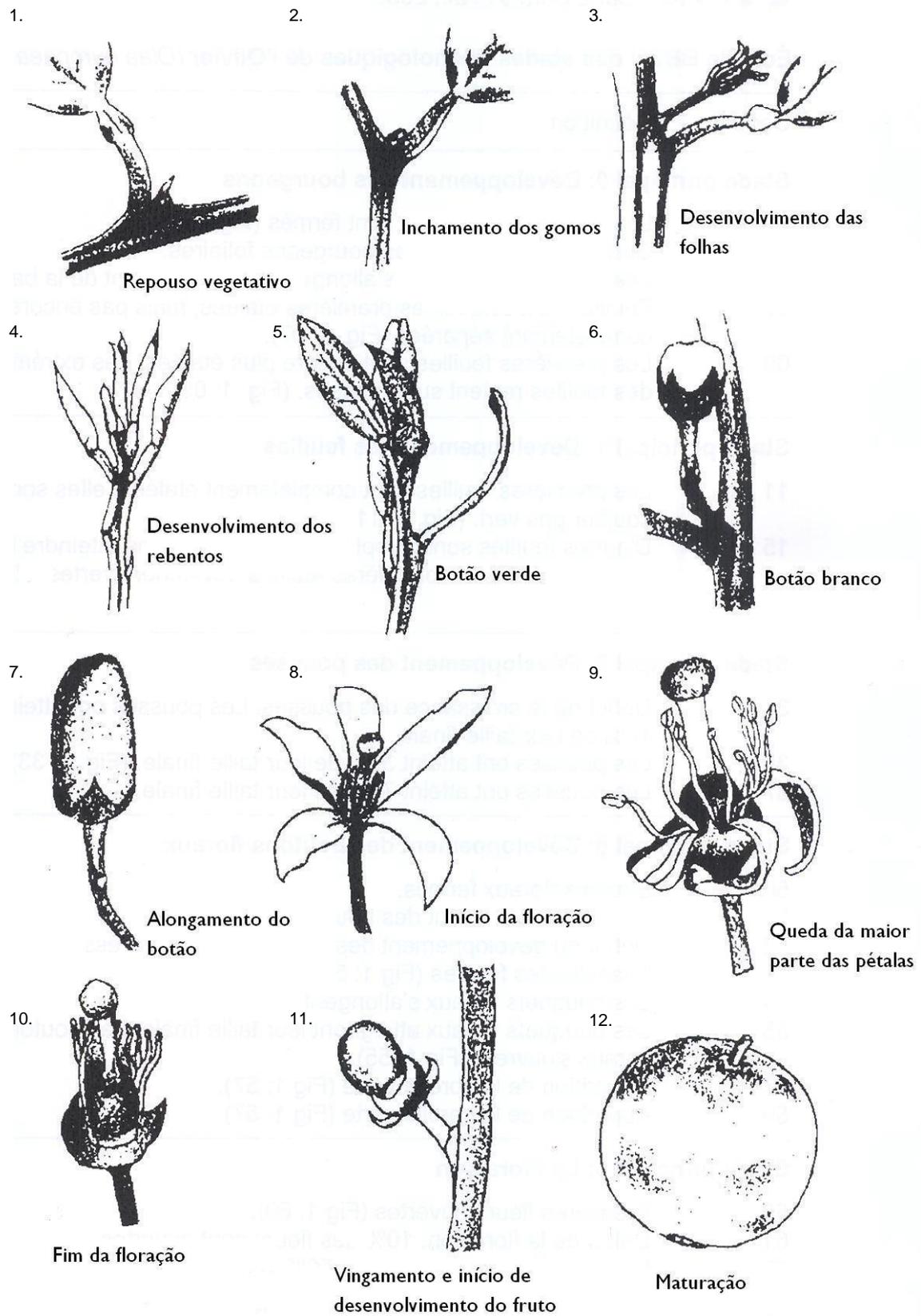


Figura 2. Estados Fenológicos dos Citrinos (Escala BBCH) (Meier, 2001).

Estado 1: Repouso vegetativo - Estado de dormência, os gomos florais e foliares encontram-se indiferenciados, fechados e cobertos por escamas verdes.

Estado 2: Inchamento dos gomos - Os gomos começam a inchar, as escamas que os cobrem começam a separar-se, ocorre o rompimento do botão e aparecem algumas pontas folhas verdes.

Estado 3: Desenvolvimento de folhas - As escamas verdes separam-se e dá-se a emergência das folhas verdes. As folhas desenvolvem-se até adquirirem o tamanho final.

Estado 4: Desenvolvimento dos rebentos - Começa o desenvolvimento dos rebentos. São visíveis os eixos dos rebentos. Os rebentos atingem 90% do comprimento final.

Estado 5: Botão verde - As flores estão visíveis, mas ainda fechadas (botão verde) presentes em uma única inflorescência frondosa ou sem folhas.

Estado 6: Botão branco - Alongamento das pétalas de flores, sépalas cobrindo meia corola (botão branco). Ponta das pétalas visíveis, flores com branco ou arroxeadas, ainda fechadas.

Estado 7: Alongamento do botão - A maioria das flores com pétalas formam uma bola oca. Ocorre a primeira abertura das flores.

Estado 8: Início da floração - Período onde ocorre o início da floração até à abertura de 50% das flores. Ocorre a queda das primeiras pétalas.

Estado 9: Queda das pétalas - A maioria das pétalas caem.

Estado 10: Fim da floração - Todas as pétalas presentes caem.

Estado 11: Vingamento e início do desenvolvimento do fruto - Início do desenvolvimento do fruto, crescimento do ovário, início da abscisão das pétalas. Os frutos verdes estão cercados por sépalas. Alguns frutos adquirem tonalidade amarela, início da queda fisiológica da fruta. Fruta vai adquirindo tonalidade verde escura representando ao fim da queda fisiológica da fruta. Os frutos começam a processo de maturação com o início da coloração dos frutos. Ocorre a colheita do fruto sem ainda ter atingido a cor específica da variedade. A colheita tardia ocorre com os frutos com uma coloração mais intensa.

Estado 12: Estado final de maturação - Os frutos atingiram o estado final de maturação. A fruta tem sabor e firmeza característicos da variedade. Começa também a senescência e abscisão do fruto.

Estado de senescência, início da dormência, a folhagem encontra-se totalmente verde. Início da senescência e abscisão das folhas velhas. Ocorre o período de dormência no inverno.

2.4. Dados económicos da produção de citrinos no mundo

Com a introdução do sumo de laranja concentrado no período pós-segunda guerra mundial, que preservava o sabor fresco e a totalidade da coloração, a redução dos custos de armazenamento e de transporte e a redução das perdas durante o armazenamento e transporte, a produção e o consumo dos citrinos nos Estados Unidos da América e noutras regiões do mundo aumentou significativamente (Liu et al., 2012).

O maior produtor de laranja a nível mundial é o Brasil (17 660 507 toneladas), seguido pelos Estados Unidos da América (EUA) (4 358 668 toneladas) e Índia (6 660 734 toneladas). O continente americano é responsável por 50,9% da produção mundial de laranja em 2018. Em relação à área e à produção de laranja nos últimos 20 anos verificou-se uma tendência de crescimento com alguns altos e baixos (Figura 3). A área utilizada para a produção de laranja em 2018 foi de 589 139 hectares com uma produção de 16 713 534 toneladas.

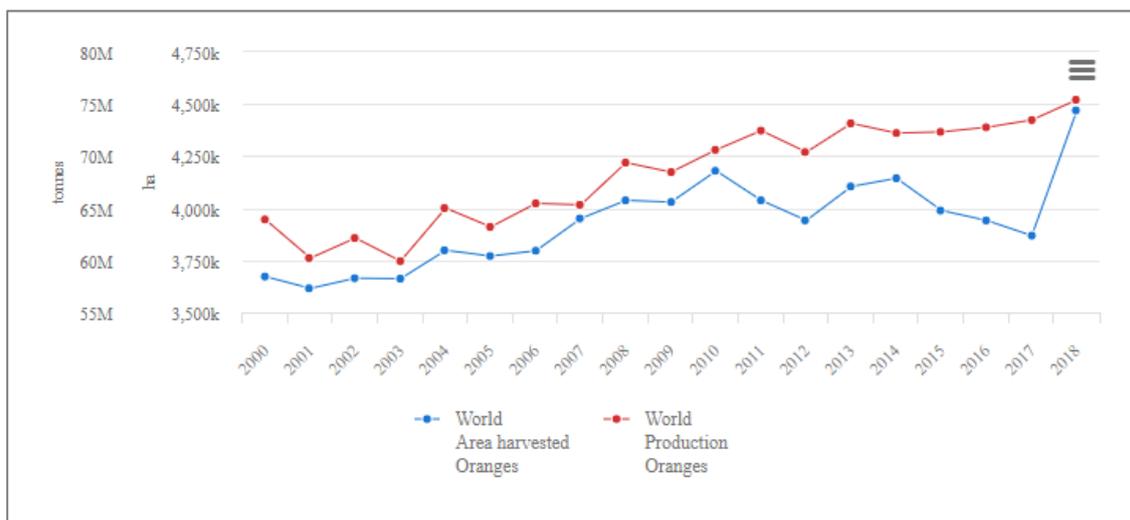


Figura 3. Produção mundial de laranja entre 2000 e 2018 (FAOSTAT, 2020).

A nível mundial, os maiores produtores de limões e limas são a Índia (2 585 313 toneladas), o México (2 255 816 toneladas) e a China (2 125 730 toneladas). Nos últimos 18 anos verificou-se um aumento da área e da produtividade destes produtos (Figura 4). A área utilizada na produção de lima e limão em 2018 foi de 52 784 hectares com uma produção correspondente a 1 481 322 toneladas.

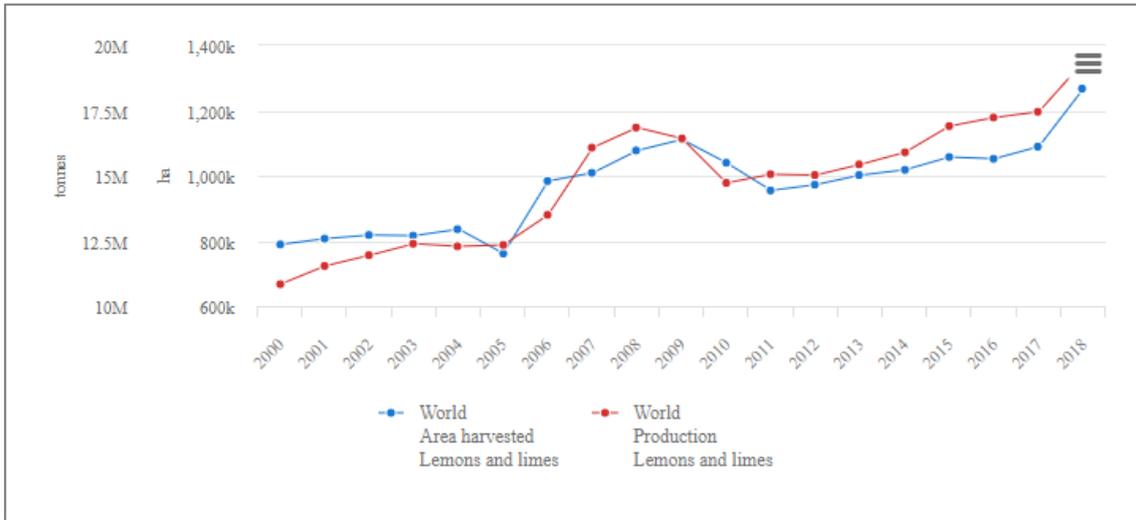


Figura 4. Produção mundial de limão e lima entre 2000 e 2018 (FAOSTAT, 2020).

A produção de tangerinas e de clementinas em 2018 foi de 34 393 430 toneladas numa área de 3 639 084 hectares (Figura 5). Os maiores produtores mundiais são a China (15 778 301 toneladas), Espanha (2 315 409 toneladas) e Turquia (1 143 197 toneladas). Como os casos anteriores, a produção e a área deste grupo de citrinos tem vindo a aumentar desde 2000.

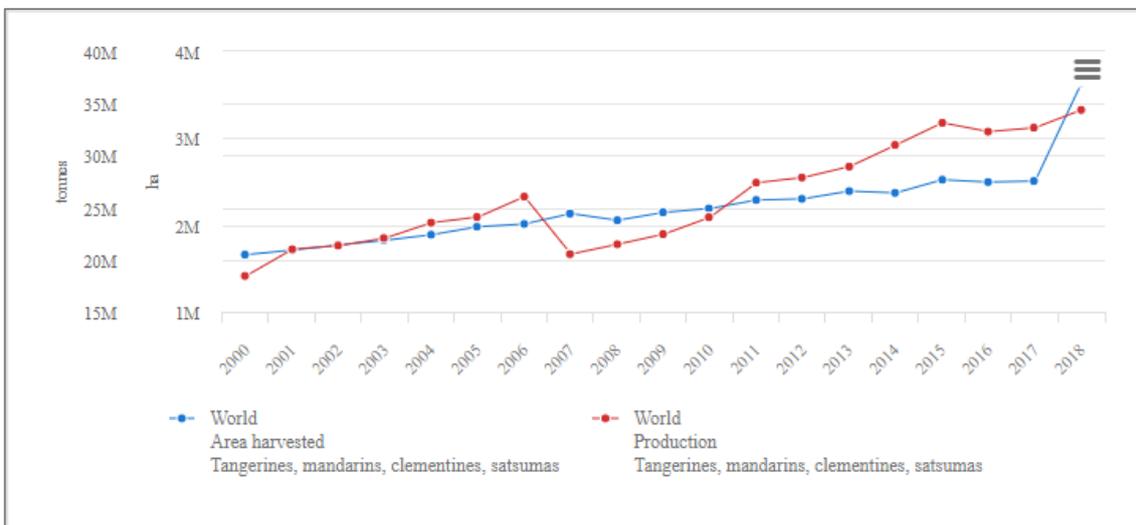


Figura 5. Produção mundial de tangerinas e clementinas entre 2000 e 2018 (FAOSTAT, 2020).

A nível global, o Brasil é o maior produtor de citrinos com uma produção anual de 20 milhões de toneladas (Norton, H. 2020) (Tabela 1). Os exploradores portugueses foram responsáveis pela introdução de laranja no Brasil. No entanto, a indústria citrícola no Brasil tem sofrido quedas devido ao preço elevado da mão de obra, produtos fitossanitários e preços pouco competitivos em relação a outros produtos do mercado. Outra razão para a tendência negativa da indústria citrícola no Brasil tem sido a destruição de pomares por todo o país devido à dispersão da psila asiática dos citrinos, *Diaphorina citri* Kuwayama, que dissemina a bactéria Huanglongbing, considerada a doença mais devastadora a nível mundial.

Tabela 1. Produção de citrinos no Brasil em 2018 (FAOSTAT, 2020).

| Produção de citrinos no Brasil (2018) | | |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| Espécie | Área de Produção (ha) | Produção Anual (Ton) |
| Limão e Lima | 52 784 | 1 481 322 |
| Tangerina e Clementina | 52 450 | 996 872 |
| Laranja | 589 139 | 16 713 534 |

A China é responsável pela produção anual de 19,6 milhões de toneladas de citrinos (Tabela 2). Os produtos destinam-se ao mercado interno e os excedentes são escoados para os países vizinhos do sudeste asiático. As principais regiões produtoras do país são Jiangxi, Guangxi, Hunan e Chongqing (Norton, H. 2020). Igualmente ao Brasil, tem ocorrido uma diminuição da área e da produção de citrinos no país devido à manifestação de Huanglongbing e as más condições climatéricas.

Tabela 2. Produção de citrinos na China (2018) (FAOSTAT, 2020).

| Produção de citrinos na China (2018) | | |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| Espécie | Área de Produção (ha) | Produção Anual (Ton) |
| Limão e Lima | 129 459 | 2 524 315 |
| Tangerina e Clementina | 1 834 225 | 19 213 648 |
| Laranja | 509 760 | 9 246 305 |

O terceiro maior produtor de citrinos a nível mundial é os Estados Unidos da América (EUA), responsável pela produção de dez milhões de toneladas (Tabela 3). As principais regiões produtoras do país localizam-se na Florida, Arizona e Texas (Norton,

H. 2020). Como já referido, os EUA são responsáveis pela introdução do sumo de laranja concentrado no período pós-segunda guerra mundial, sendo o destino predileto da produção nacional. Como referido nos dois últimos casos, a manifestação de Huanglongbing nos pomares de citrinos do país levou à diminuição da área e produção de citrinos.

O Huanglongbing ou enverdecimento dos citrinos e a sua rápida manifestação pelos pomares dos USA foi responsável pela perda de 8000 postos de trabalho em 2012 com um prejuízo de 4 554 milhões de dólares (Cocuzza et al., 2017).

Tabela 3. Produção de citrinos nos Estados Unidos da América (2018) (FAOSTAT, 2020).

| Produção de citrinos nos Estados Unidos da América (2018) | | |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| Espécie | Área de Produção (ha) | Produção Anual (Ton) |
| Limão e Lima | 21 974 | 812 840 |
| Tangerina e Clementina | 29 258 | 864 670 |
| Laranja | 206 349 | 4 833 480 |

2.5. Dados económicos da produção de citrinos em Portugal

A campanha de citrinos de 2018 ficou marcada por um aumento generalizado das produções (INE, 2019). Houve um aumento da produtividade de citrinos, mas inversamente ocorreu uma diminuição do calibre de frutos, mantendo a excelente qualidade. Algumas variedades como a valencia late registaram o aumento de produção de cinco por cento devido a entrada em produção de pomares jovens na sua fase mais produtiva (INE, 2019).

Uma combinação de elementos, como o clima e o solo, permite produzir produtos de excelente qualidade muito afamados nos mercados exteriores. Os pomares de citrinos de Portugal produziram, em 2018, 403 mil toneladas. No ano de 2018, ocorreu um novo máximo de produção de laranja com 340,8 mil toneladas de laranja (INE, 2019).

Os pomares de citrinos em Portugal ocupam 21 mil hectares distribuídos por 25 mil explorações. Ocorreu um aumento da área de cultivo de laranja (*Citrus sinensis*) de 2016 a 2018 passando de 16 844 hectares para 17 468 hectares. A área de produção de limão (*Citrus lemon*) em 2018 foi de 1 065 hectares e a área de produção de tangerinas (*Citrus reticulata*) foi de 2 398 hectares. O Algarve é a maior região produtora

de citrinos em Portugal detendo 68% da área de laranja e 80% da área de tangerina (Cardoso, 2016).

2.6. Psila Africana dos Citrinos

2.6.1. Posição sistemática

A psila africana dos citrinos, *T. erytrae*, pertence à ordem Hemiptera, subordem Heteróptera e a família Triozidae, superfamília Psylloidea.

Os insetos desta ordem apresentam tamanhos e formas variadas, apresentando adaptações estruturais a circunstâncias especiais dos seus muitos modos de vida (Carvalho, 1986). Os mais comuns desta ordem são pequenos, alados com as asas anteriores e posteriores membranosas. Os indivíduos hemípteros apresentam hábitos alimentares fitófagos ou zoófagos.

Os indivíduos desta ordem apresentam uma armadura bucal picadora-sugadora. A gravidade dos ataques dos indivíduos com esta armadura bucal depende das características das plantas, da quantidade de seiva absorvida, da toxicidade das substâncias que impregnam nos tecidos da planta e a possibilidade de transmissão de agentes patogénicos que podem acompanhar estas substâncias (Carvalho, 1986). Os indivíduos da ordem hemíptera apresentam uma importância económica elevada na agricultura devido ao elevado número de indivíduos da ordem e a capacidade de provocarem, de forma direta e indireta, estragos e prejuízos elevados nas plantas.

Esta ordem pode-se dividir em duas subordens de acordo com o tipo de asa que os indivíduos apresentam: heteróptera (com asas anteriores em hemiélitro) e homóptera (com asas uniformes e membranosas) (Carvalho, 1986).

A psila africana dos citrinos, *T. erytrae*, pertence à subordem homóptera, apresentando quatro asas membranosas. As ninfas desta espécie são extremamente sedentárias, fixando -se na página inferior da folha e onde em pouco tempo, devido ao seu processo de alimentação levam à formação de galhas. Durante este tempo podem mover-se, o que é extremamente raro, devido as consequências que esse processo tem no seu desenvolvimento (Carvalho & Aguiar, 1997). A *T. erytrae* é fitófago com a capacidade de transmitir agentes patogénicos às plantas e provocar lesões graves devido à toxicidade da saliva.

Os indivíduos da superfamília *Psylloidea*, caracterizam-se pela pequena dimensão e pelo seu rápido e constante movimento aliado a uma combinação de salto e voo. Os indivíduos são incapazes de manter o voo sustentado. Os pulos rápidos e altos que caracterizam esta família devem-se às patas traseiras musculadas e maiores do que as patas dianteiras (Davies, 1977). Estes indivíduos, durante o seu processo de alimentação, produzem substâncias açucaradas que atraem formigas até aos rebentos novos dos hospedeiros onde se encontram instalados.

2.6.2. Morfologia, bioecologia/ ciclo de vida

A psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytrae*, é um inseto picador-sugador pertencente à subordem homóptera, ordem *Hemiptera*, família *Triozidae*, superfamília *Psylloidea*. É um dos principais vetores do Huanglongbing, “citrus greening disease”, causado pela bactéria *Candidatus Liberobacter africanum*, único vetor conhecido da doença no continente Africano, região da Arábia e algumas ilhas no oceano Índico e Atlântico (Siverio et al., 2017). A psila africana dos citrinos (PAC) é oriunda da África Subsariana, tendo como hospedeiros exclusivos plantas da família das Rutáceas, espontâneas e cultivadas, onde se incluem os citrinos (Figura 6).

Outros hospedeiros conhecidos da PAC são a *Murraya exótica L.*, *Zanthoxylum capensis Harv.*, *Toddalia asiatica L.*, *Poncirus trifoliata L.*, *Calodendrum capense L.*, *Microcitrus australasica* (Cocuzza et al., 2017).

| Nome da Planta | Família |
|---------------------------------------|----------|
| <i>Atalantia buxifolia</i> | Rutaceae |
| <i>Balsamocitrus dawel</i> | |
| <i>Casimiroa edulis</i> | |
| <i>Citrus</i> | |
| <i>Citrus aurantiifolia (lime)</i> | |
| <i>Citrus limon (lemon)</i> | |
| <i>Citrus maxima (pummelo)</i> | |
| <i>Citrus nobilis (tangor)</i> | |
| <i>Citrus sinensis (navel orange)</i> | |
| <i>Clausena indica</i> | |
| <i>Clausena lansium</i> | |
| <i>Limonia acidissima</i> | |
| <i>Microcitrus australasica</i> | |
| <i>Triphasia trifolia</i> | |
| <i>Citrus jambhiri</i> | |

Figura 6. Hospedeiros da Psila Africana dos Citrinos (Carmo Martins, M. 2017).

Na Península Ibérica, a psila africana dos citrinos (PAC) encontra-se e desenvolve-se preferencialmente nos limoeiros com três ou quatro épocas de rebentação anuais. A PAC foi detetada primeiramente na ilha de Porto Santo, arquipélago da Madeira, no ano de 1994, num híbrido resultante do cruzamento de *Citrus sinensis* L. e *Poncirus trifoliata*, designado de citrange (Carvalho & Aguiar, 1997). Seguidamente, em 2002, foi detetado no arquipélago das ilhas Canárias. No ano de 2014 foi detetada nos jardins e quintais da região do grande Porto confirmada posteriormente pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV). A presença, sobretudo de limoeiros, nos jardins e parques públicos no noroeste da região facilita e facilitou a rápida dispersão da praga (Aguiar & Carvalho, 2019) .

Apesar dos diversos avisos e recomendações por parte de diversos organismos do Estado, estes revelaram-se ineficazes para a disseminação do inseto pelo país. Sendo uma nova praga, os estudos são escassos e a capacidade de se tornar o vetor de uma das mais devastadoras doenças dos citrinos, podendo causar elevados prejuízos como aconteceu no continente americano, Huanglongbing, torna elevada a necessidade de controlo e a dispersão do inseto pelo país. O Huanglongbing ainda não foi detetado na Península Ibérica.

A psila africana dos citrinos (PAC), *T. erythrae*, está listada como uma praga de quarentena A2 pela EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) e como uma praga de quarentena para o Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). A importação do material vegetal de citrinos de países onde a bactéria ou qualquer dos seus vetores ocorra é proibida (Carmo Martins, 2017).

Segundo Passos de Carvalho, podem ser considerados pragas todos os organismos, invertebrados e vertebrados, excetuando agentes patogénicos e infestantes, que provoquem estragos que afetem de forma sensível os interesses do homem (Carvalho, 1986).

A psila africana dos citrinos (PAC), *T. erythrae*, tem progredido na faixa litoral do nosso país rumo ao sul (Figura 7). No Norte de Portugal, o inseto tem progredido a Norte do Rio Douro da região litoral para o interior do país. Abaixo da região de Lisboa e Setúbal ainda não foi detetada a presença da PAC, no entanto, todas as precauções são poucas, visto que sendo uma praga e um vetor de uma das doenças mais devastadoras dos citrinos, esta dirige para a região sul do país, região onde se encontra a principal produção de citrinos do país (Duarte, 2017).

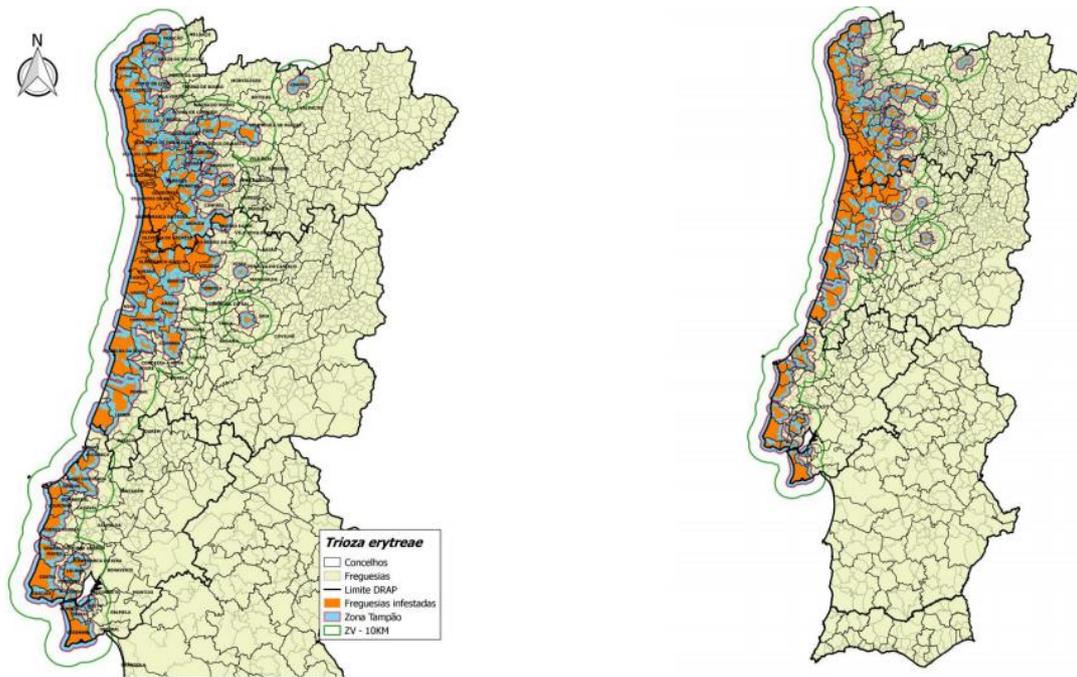


Figura 7. Dispersão da *T. erytraea* em Portugal Continental (2020) (DGAV, 2020).

2.6.2.1. Ovos de psila africana dos citrinos

Os ovos da psila africana dos citrinos (PAC) (Figura 8), *T. erytraea*, apresentam uma coloração amarela-laranja com 0,22 a 0,5 milímetros de comprimento. À medida que o embrião se desenvolve o ovo adquire uma tonalidade mais escura. Os ovos são oblongos e pontiagudos, com um pedúnculo que lhes permite a fixação no tecido vegetal, e segundo alguns autores, permite a manutenção e o equilíbrio hídrico interno do ovo (Aguiar & Carvalho, 2019).



Figura 8. Ovos de psila africana dos citrinos nos rebentos analisados.

Cada fêmea adulta tem a capacidade de colocar até 2000 ovos. O período de incubação dura de seis a 15 dias (R.Pérez-Ptero et al., 2015). Estes insetos são extremamente férteis (Cocuzza et al., 2017). Num único cruzamento entre indivíduos foram contabilizados 828 ovos enquanto ocorreu um aumento superior a 500 ovos com o acasalamento contínuo (Cocuzza et al., 2017).

2.6.2.2. Ninfas de psila africana dos citrinos

A psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytreae* passa por cinco instares ninfais, desde a eclosão do ovo até à libertação do jovem adulto, com um comprimento variando de 0,25 a 1,66 milímetros. Os primeiros quatros estados ninfais apresentam um comprimento de 0,25 - 0,41 milímetros; 0,44 - 0,56 milímetros; 0,63 - 0,75 milímetros; 0,94 - 1,33 milímetros (Cocuzza et al., 2017). O quinto estado ninfal apresenta um comprimento de 1,38 - 1,66 milímetros com uma largura de 0,87 - 1,12 milímetros (Cocuzza et al., 2017). Ao longo do seu desenvolvimento, as ninfas apresentam uma coloração variável que vai de amarelo, verde-claro a cinzento escuro. No quarto estado ninfal, apresentam uma mancha castanho claro no abdómem que escurece no quinto estado ninfal (R.Pérez-Ptero et al., 2015).

As ninfas da psila africana dos citrinos (PAC) apresentam um corpo comprimido dorsoventralmente ligeiramente alongado com filamentos marginais brancos que aumentam em número de acordo com o desenvolvimento das ninfas (Aguiar & Carvalho, 2019). O desenvolvimento das ninfas tem um período de 17 a 43 dias dependendo da temperatura e do valor nutricional das folhas onde estão instaladas. A temperatura mínima necessária para o desenvolvimento das ninfas é de dez – 12°C (R.Pérez-Ptero et al., 2015).

A ninfa da PAC (Figura 9) alimenta-se de grandes quantidades de seiva injetando simultaneamente toxinas para a planta. Após a fixação na folha, as ninfas assumem uma forma típica redonda (Cocuzza et al., 2017). Esta mantém-se fixa no mesmo lugar caso não haja algum distúrbio. Se forem obrigadas a deslocarem-se do local que elegeram, as ninfas estão sujeitas a uma elevada taxa de mortalidade caso já estejam num estado de desenvolvimento elevado (Carvalho & Aguiar, 1997). O processo de alimentação das ninfas dá origem a galhas e deformações nas folhas, que se apresentam atrofiadas, encarquilhadas, enroladas e amareladas levando ao

enfraquecimento progressivo da árvore e diminuição da quantidade e qualidade da produção.

As ninfas não se conseguem desenvolver em folhas antigas e a sua sobrevivência e desenvolvimento depende da disponibilidade de tecidos moles na planta. Para o bom desenvolvimento da ninfa é necessário que os tecidos novos onde se instalam mantenham-se tenros durante duas a três semanas (Cocuzza et al., 2017).



Figura 9. Ninfas de psila africana dos citrinos nos rebentos analisados.

2.6.2.3. Adultos de psila africana dos citrinos

Os jovens adultos da psila africana dos citrinos (PAC), *T. erythrae*, apresentam uma coloração verde clara no momento após a emergência, e, lentamente torna-se castanho clara. Apresenta um comprimento de quatro milímetros, com asas largas e com as veias bem demarcadas com a coloração castanha. As fêmeas adultas da PAC são ligeiramente maiores do que os machos adultos apresentando o abdómen ligeiramente afunilado na parte final enquanto que o abdómen dos machos é ligeiramente mais arredondado. A psila africana dos citrinos apresenta uma população com proporções sexuais variáveis, com dominância do sexo feminino. O tempo médio de vida das fêmeas adultas é de 82 dias e dos machos adultos é de 73 dias (R.Pérez-Ptero et al., 2015).

Após a emergência da ninfa (Figura 10), as fêmeas adultas necessitam de um tempo variável para alcançar a maturidade sexual. Após a ocorrência desse período, os indivíduos acasalam várias vezes. Após o acasalamento, as fêmeas grávidas procuram um lugar discreto para a colocação do ovo, preferencialmente na página inferior da folha e junto das suas nervuras (R.Pérez-Ptero et al., 2015).

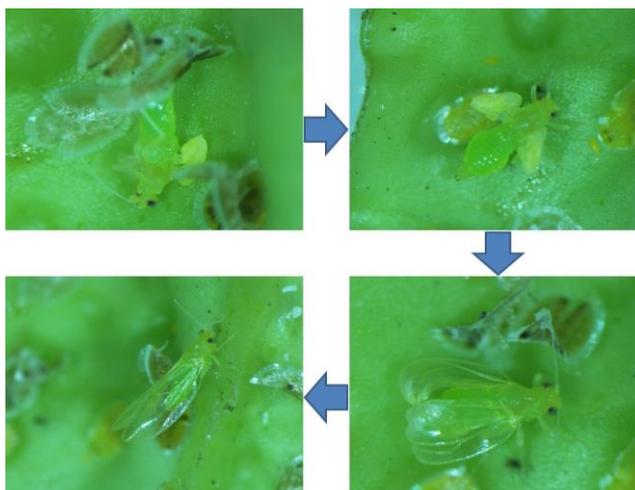


Figura 10. Jovem adulto de *T. erytrae* (Aguiar & Carvalho, 2019).

Segundo Tamesse & Messi (2004) citado em Aguiar, A. & Carvalho, N. (2019) a psila africana dos citrinos pode apresentar três a oito gerações anuais (Aguiar & Carvalho, 2019), sendo que cada geração tem um tempo médio de vida de 43 a 115 dias (Carvalho & Aguiar, 1997). A psila africana dos citrinos é uma espécie de origem tropical que não apresenta diapausa. O número de gerações anuais pode ser inferior ao estabelecido devido a ocorrências meteorológicas adversas desfavoráveis ao seu desenvolvimento.

2.6.3. Natureza dos estragos da psila africana dos citrinos

A atividade e o desenvolvimento da psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytrae*, apresenta sintomas muito característicos e inconfundíveis em relação aos restantes inimigos dos citrinos. É notória a forte correlação entre a rebentação nova dos citrinos e os sintomas característicos da PAC, devido à necessidade de tecidos jovens e tenros para o desenvolvimento da praga. Os sintomas característicos da PAC levam a uma alteração drástica da estética da árvore (Aguiar & Carvalho, 2019).

Primeiramente, na página inferior das folhas, onde ocorre preferencialmente a postura dos ovos verifica-se o desenvolvimento de galhas abertas resultado do processo de alimentação das ninfas (Figura 11). Consoante o número de ninfas existentes e a severidade dos ataques, as folhas podem apresentar-se mais ou menos atrofiadas,

onduladas, torcidas e enroladas (Figura 11). Após a sua instalação e desenvolvimento as folhas apresentam-se amarelas.



Figura 11. Galhas nas folhas dos rebentos analisados.

A presença da PAC pode levar à diminuição da floração das árvores nos anos seguintes (R.Pérez-Ptero et al., 2015).

Nos frutos oriundos de citrinos infetados com a PAC, ocorre a presença de sementes castanhas que não se desenvolveram totalmente. Os frutos muitas vezes não alcançam o estado de desenvolvimento e maturação desejado para o seu aproveitamento na comercialização e ou transformação (R.Pérez-Ptero et al., 2015). Ao nível geral da árvore, a presença e o desenvolvimento da PAC poderá levar ao debilitamento progressivo ao longo dos anos, com uma escassa massa foliar, à queda precoce dos frutos e a um aspeto cada vez mais debilitado.

2.6.4. Medidas de proteção

De modo a evitar a rápida propagação da psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytreae*, pelo país, a Direção Geral da Agricultura e Veterinária (DGAV) emitiu algumas medidas de controlo, preventivas e imediatas, que têm sido adotadas e implementadas pelas regiões produtoras de citrinos. Através do acompanhamento da praga foi possível a definição de uma zona denominada de Zona Demarcada, constituída pela zona infestada e pela zona tampão, zona envolvente com três quilómetros de raio, com ou sem presença da praga ou dos seus sintomas.

Em zonas onde está confirmada a presença do inseto os agricultores são obrigados a realizar tratamentos fitossanitários com produtos fitofarmacêuticos autorizados, como o ACTARA 25 WG, EPIK SL e EPIK SG (Carmo Martins, 2017). É obrigatório a realização de podas severas aos rebentos do ano, com a destruição do material vegetal por enterramento ou queima.

É proibida a venda e compra de qualquer planta infetada com a praga ou que manifeste algum sintoma. É proibida a utilização e a movimentação de material vegetal, como garfos, borbulhas, ramos, folhas e pedúnculos proveniente de árvores infetadas com a praga (Lopes, 2017). É possível a movimentação de frutos provenientes de regiões infetadas.

Nas regiões pertencentes à zona tampão, os proprietários de pomares são obrigados a exercer vigilância aos pomares e comunicar a presença de algum sintoma. É proibido a movimentação de qualquer material vegetal dentro da zona tampão à exceção de frutos. É aconselhado a utilização de armadilhas cronotrópicas amarelas para monitorização dos insetos.

Em viveiros, centros de jardinagem, feiras e outros quaisquer estabelecimentos comerciais pertencentes à Zona Demarcada é proibida a produção e comercialização de citrinos. É obrigatório a destruição de todo o material vegetal existente no local, quer seja plantas ou parte de plantas, incluindo porta-enxertos e plantas envasadas.

É necessário a realização de monitorização da presença ou ausência de qualquer sinal ou sintoma da psila africana dos citrinos.

2.7. Huanglongbing

2.7.1. Caracterização da Doença

O Huanglongbing, conhecido também por enverdecimento dos citrinos, é uma doença característica dos citrinos associada à manifestação das bactérias Gram negativas *Candidatus Liberibacter spp.*, *Candidatus Liberibacter africanus*, *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Candidatus Liberibacter americanus* (Siverio et al., 2017). O *Candidatus Liberibacter asiaticus* está presente na América Central, América do Sul, no Sudeste Asiático, Arábia Saudita, Iémen, Omã, Etiópia e Quênia (Figura 12). A sua transmissão é resultado da atividade da psila asiática dos citrinos, *D. citri*.

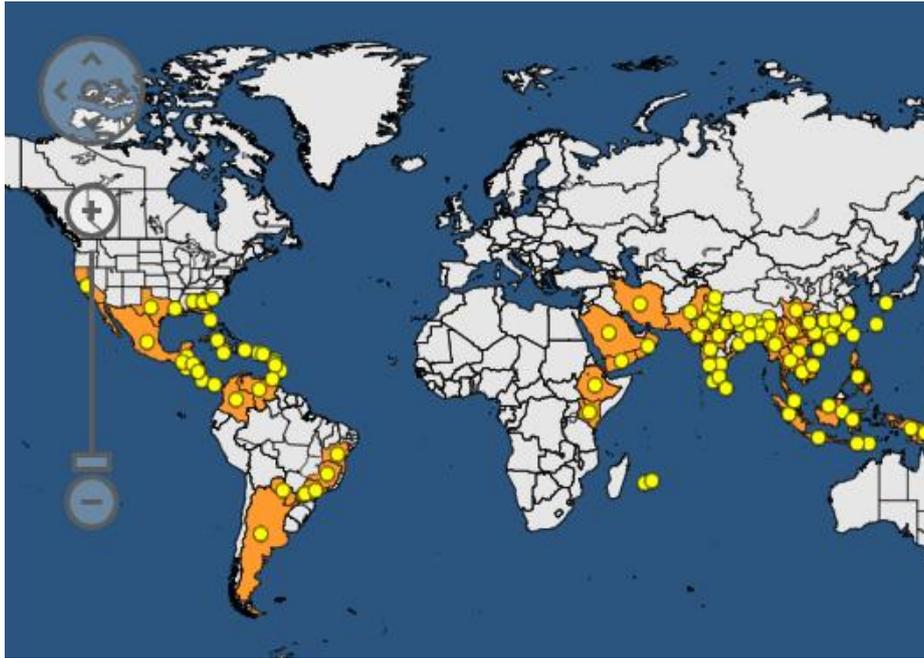


Figura 12. Distribuição mundial da *Candidatus Liberibacter asiaticus* (EPPO, 2020).

A *Candidatus Liberibacter africanus* transmitida pela psila africana dos citrinos é uma bactéria Gram-negativa, sensível ao calor, vascular e limitada ao floema dos citrinos. A bactéria consegue multiplicar-se no interior dos insetos vetores, sendo endossimbionte (Siverio et al., 2017). Está presente no continente Africano, na região do Madagáscar, Yemen, Irão, parte da região do oceano Índico e algumas ilhas do oceano Atlântico (Figura 13) (Siverio et al., 2017).

O Huanglongbing é a doença mais devastadora dos citrinos a nível mundial devido aos danos provocados, ao seu difícil controlo e a sua rápida dispersão.

Desde 2006 que o Huanglongbing é responsável, no continente Americano, pela perda de 6 500 empregos ligados à indústria dos citrinos devido à rápida manifestação da doença, contabilizando perdas próximas de 3 500 milhões de dólares (Munir et al., 2018).

O Huanglongbing oriundo da manifestação da *Candidatus Liberibacter africanus* é menos agressivo do que o manifestado pela *Candidatus Liberibacter asiaticus* no entanto, não se deve menosprezar a sua importância pois apresenta a capacidade de provocar elevadas perdas económicas (Cocuzza et al., 2017). O enverdecimento dos citrinos provocado pela *Candidatus Liberibacter africanus* parece afetar de forma mais

virulenta as árvores em terrenos em elevadas altitudes (700 metros), quando comparado com árvores em regiões de baixa altitude e quentes (Halbert & Manjunath, 2004).

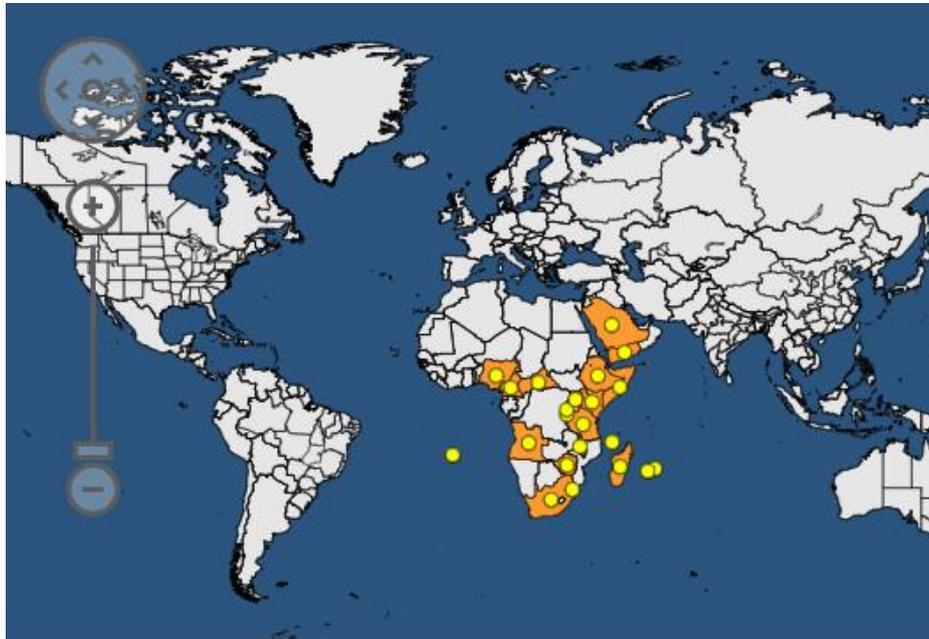


Figura 13. Distribuição mundial da *Candidatus Liberibacter africanus* (EPPO, 2020).

A transmissão do Huanglongbing para plantas saudáveis pode ocorrer num curto espaço de tempo (uma a duas horas) após o processo de alimentação e manifestar-se rapidamente para outras plantas no espaço de três a quatro dias. A multiplicação da bactéria no interior do inseto vetor depende da temperatura, sendo este um requisito básico para a transmissão para outras plantas (Siverio et al., 2017). O desenvolvimento da bactéria no interior da planta hospedeira é responsável pela formação e libertação de químicos voláteis específicos que atraem os insetos vetores para se alimentarem naquela árvore específica e permitir assim a propagação da bactéria para outras árvores vizinhas.

Os químicos voláteis libertados pelas bactérias têm sido alvo de estudos com o objetivo de monitorizar a presença de insetos vetores nos pomares de citrinos. Por outro lado, têm sido desenvolvidas variedades de citrinos resistentes ao Huanglongbing. Este último método é considerado como o mais eficiente para o controlo do Huanglongbing, no entanto requer a deteção dos genes resistentes (Munir et al., 2018).

Na região da bacia do Mediterrâneo, Ásia subtropical e Nova Zelândia, regiões produtoras de citrinos, ainda não foi detetada a presença de Huanglongbing (Siverio et al., 2017). No entanto, a rápida dispersão da doença na África equatorial, Sul de África e no Médio Oriente representa uma séria ameaça para as regiões vizinhas. A presença

da psila africana dos citrinos, *T. erytreae* é um indicador preocupante para as regiões produtoras devido a sua capacidade de propagar o Huanglongbing.

Num futuro hipotético, a presença de Huanglongbing na bacia do Mediterrâneo levará a uma mudança crítica de perspectiva de controlo da doença, uma vez que é uma das regiões com maior peso no mercado mundial dos produtos frescos e com a predominância de pomares de pequena dimensão que levará a um controlo dificultado da doença (Pérez-Rodríguez et al., 2019).

A presença de insetos vetores como a *T. erytreae* e a *D. citri* nas regiões produtoras de citrinos é acompanhada pela deteção de uma ou mais formas da bactéria responsável pela manifestação do Huanglongbing que já se encontrava no local, mas sem a capacidade de transmissão (Siverio et al., 2017).

2.7.2. Natureza dos estragos do Huanglongbing

O Huanglongbing é uma das doenças mais devastadoras que afeta os citrinos por quase todo o globo, com elevados prejuízos socioeconómicos nos locais onde se manifesta. A presença e a manifestação do Huanglongbing nos citrinos levam ao rápido declínio das árvores e dos pomares onde se instala levando a elevadas perdas num curto período de tempo.

Os sintomas típicos da presença e manifestação de Huanglongbing nos citrinos consistem no rápido declínio da árvore com manchas cloróticas nas folhas. Os frutos apresentam uma coloração atípica, pequena dimensão, deformados com sementes abortadas e um sabor amargo (Halbert & Manjunath, 2004). As folhas e os frutos têm tendência a cair (Siverio et al., 2017). As árvores infetadas com Huanglongbing apresentam um fraco desenvolvimento radicular com a supressão do crescimento de novas raízes (Munir et al., 2018). Os sintomas da manifestação do Huanglongbing podem assemelhar-se à deficiência do zinco.

A bactéria responsável pelo Huanglongbing circula no interior do floema da planta e leva à acumulação de bactérias no interior levando à criação de zonas de tampão. A zona de tampão leva ao bloqueio do transporte de nutrientes e à alteração do metabolismo de hidratos de carbono, causando alterações fenotípicas na árvore como a redução do crescimento da raiz e o aparecimento de manchas amarelas nas folhas.

Desde a sua deteção em 2005, que o Huanglongbing é responsável pela quebra de 70% da produção de citrinos na Florida (Pérez-Rodríguez et al., 2019).

Como não existem tratamentos curativos para o Huanglongbing e uma vez que não foi detetado em Portugal, as medidas de quarentena são importantes para impedir a sua entrada e estabelecimento no país. A deteção precoce da doença e a sua erradicação logo nos surgimentos dos primeiros sintomas é o método mais eficaz para a prevenção da dispersão da doença.

2.7.3. Medidas de Proteção

Como já dito anteriormente, a inexistência de tratamentos químicos para o Huanglongbing torna necessário a implementação de medidas preventivas de modo a evitar a entrada da doença nos citrinos do nosso país. Também a monitorização e controlo dos insetos vetores, *T. erytrae* e *D. citri*, é uma estratégia preventiva de modo a evitar a propagação da doença. A deteção precoce da doença é essencial para prevenir a disseminação da mesma e a erradicação dos primeiros focos da doença é um processo crítico e essencial para prevenir o desenvolvimento da doença (Siverio et al., 2017).

2.7.4. Pre-HLB

Devido à capacidade de transmissão da bactéria *Candidatus Liberibacter spp.* pela psila africana dos citrinos, *T. erytrae*, e os possíveis estragos que poderá representar para a citricultura europeia, encontra-se em vigor um projeto europeu desde julho de 2019, financiado por entidades europeias designado de Pre-HLB: “Preventing HLB epidemics for ensuring citrus survival in Europe” (Pereira, 2020).

O projeto europeu é liderado pelo Dr. Leandro Peña, do IBMCP-CSIC de Valência e conta com 25 parceiros de diversos países. O Projeto foi lançado em Faro nos dias 23 e 24 julho de 2019.

No âmbito do projeto europeu, estão a decorrer na região de Entre Douro e Minho, diversos estudos de acompanhamento da psila africana dos citrinos, sobretudo do indivíduo adulto. Simultaneamente, estão a decorrer diversos estudos sobre o comportamento da psila africana dos citrinos em relação aos seus hospedeiros e à implementação de diferentes meios de proteção.

2.8. Lagarta Mineira dos Citrinos

2.8.1. Posição sistemática

A lagarta mineira dos citrinos, *Phyllocnistis citrella* Stainton, pertence à ordem Lepidóptera. A lagarta mineira dos citrinos pertence à família *Phyllocnistidae* (Fernandes, 2000). Os insetos pertencentes à ordem Lepidóptera apresentam asas membranosas. O seu corpo encontra-se coberto por escamas. A armadura bucal é libadora nos insetos adultos e trituradora nas larvas (lagartas). No estado adulto, os indivíduos são conhecidos por borboletas. No estado larvar, os indivíduos são larvas, vulgarmente conhecidas por lagartas, que apresentam uma importância económica elevada devido aos prejuízos que podem potenciar na planta, sobretudo ao nível das folhas, com a formação de galerias. A maioria das espécies trituradoras roí os tecidos parenquimatosos em espessura, poupando as nervuras de maior diâmetro. Existem espécies que fazem galerias entre a epiderme das duas páginas das folhas.

A lagarta mineira dos citrinos é um inseto de pequena dimensão, com fácil capacidade de voo, caracterizando-se de se comportar no estado larvar como mineira alimentando-se do parênquima empalissado e construindo uma galeria sob a epiderme no interior da qual se alimenta e se desloca. Durante maior parte do tempo, a lagarta mineira dos citrinos encontra-se oculta e só no estado adulto é facilmente visível na copa do hospedeiro (Fernandes, 2000).

A lagarta mineira apresenta grande capacidade de dispersão e de expansão, devido, não só, à sua capacidade de voo e de se deslocar de forma orientada pelos seus meios próprios e pela ação do vento como também ao elevado potencial biológico da fecundidade das numerosas gerações anuais. A presença de lagarta mineira veio contribuir para o agravamento dos problemas fitossanitários existente nas explorações.

2.8.2. Morfologia, bioecologia/ ciclo de vida

A lagarta mineira dos citrinos, *P. citrella*, é um minúsculo lepidóptero com uma fácil capacidade de voo. A sua elevada capacidade de dispersão e de expansão deve-se à capacidade de voo e à elevada taxa de fecundidade, que gera inúmeras gerações anuais em regiões favoráveis ao seu desenvolvimento.

A primeira deteção da *P. citrella* ocorreu no estado da Florida, Estados Unidos da América, em 1993. Vários investigadores acreditam que a lagarta mineira é oriunda de região do Sudoeste Asiático, onde se encontra distribuída por toda a área. É possível evidenciar a sua presença no Iémen, Irão, Iraque e Arábia Saudita. É, de acordo com alguns especialistas, uma das principais e piores ameaças da citricultura da região mediterrânea e do continente Americano (Fernandes, 2000).

O primeiro foco da praga em Portugal foi detetado no verão de 1994, na zona da Conceição de Faro e posteriormente na região de Tavira, Faro e Silves. Em 1995 foi detetada nos pomares de citrinos no Norte de Portugal (Carvalho, 1986).

Esta praga apresentou uma rápida distribuição por diversos países, como Israel. Em menos de três meses, a lagarta mineira encontrava-se em todas as regiões citricolas do país. O mesmo sucedeu-se em Espanha, Portugal, Itália, Chipre, Grécia, Marrocos e Egipto. Nos anos 80, a praga limitava-se à região do Japão e da Austrália e a partir de meados da década de oitenta começou a sua rápida expansão, alcançando a sua máxima dispersão nos anos 90.

A lagarta mineira dos citrinos tem como hospedeiros prediletos plantas da família das rutáceas, onde se inclui diferentes variedades de citrinos. De acordo com Carvalho & Aguiar (1997), foram realizados alguns estudos para verificar a suscetibilidade de *P. citrella* de diferentes espécies de citrinos e outras rutáceas. A intensidade de ataque da lagarta mineira dos citrinos diminui com a seguinte sequência de espécies de citrinos: *Citrus medica*, *C. paradisi*, *C. limónia*, *C. aurantium*, *C. sinensis* e *C. aurantiifolia* (Carvalho & Aguiar, 1997). A *P. citrella* pode atacar outras famílias de planta, como plantas da família das *Oleaceae*, *Loranthaceae*, *Leguminosae* e *Lauraceae* mas com menor importância económica (Greve & Redaelli, 2005).

A lagarta mineira dos citrinos veio agravar os problemas fitossanitários existente nas explorações do nosso país. É de salientar que os hospedeiros da lagarta mineira apresentam um comportamento fenológico característico, com várias rebentações anuais.

2.8.2.1. Ovo da lagarta mineira dos citrinos

O ovo da *P. citrella* tem um diâmetro de 0,27 a 0,30 milímetros. Tem uma forma oval, lenticular, com superfície aparentemente lisa, translúcida a transparente, assemelhando-se a uma gotícula de água, confundindo-se facilmente com a cor verde

dos órgãos do hospedeiro onde é realizada a postura. A postura dos ovos é realizada, predominantemente, na rebentação nova das árvores, isolados ou em pequenos grupos, junto da nervura central e das saliências longitudinais dos rebentos, na página inferior das folhas, como também na página superior das folhas e nos rebentos novos (Carvalho & Aguiar, 1997). Quando as folhas são muito pequenas, no início do desenvolvimento do rebento, não é possível por parte da fêmea escolher o lado onde realizar a postura. Nesse momento é realizada na superfície mais exposta. A postura dos ovos é determinada não pelo tamanho do órgão de postura mas pela rigidez dos mesmos, que vai aumentando de acordo com o desenvolvimento e crescimento dos órgãos (Fernandes, 2000).

Após a eclosão do ovo, este torna-se praticamente transparente e difícil de se detetar. Perto do final do seu desenvolvimento embrionário, o ovo torna-se mais opaco e amarelado, mantendo-se, todavia, translúcido.

O período de incubação dos ovos depende acentuadamente da temperatura ambiente.

2.8.2.2. Larva de mineira dos citrinos

As larvas da lagarta mineira dos citrinos, *P. citrella* passam por quatro instares larvais. As larvas apresentam uma pequena dimensão, com cerca de um milímetro de comprimento, apresentando uma cor amarelo-esverdeado, translúcidos. Após a primeira alimentação, a larva adquire a cor amarelada. A intensificação amarelada é maior no final do desenvolvimento larvar.

No primeiro instar, a cápsula cefálica é tão mais larga ou mais do que o tórax e, proporcionalmente maior do que nos instares seguintes. Nos três primeiros instares, a cabeça da larva é prognata e triangular. Os segmentos abdominais são bem diferenciados e expandidos lateralmente, sobretudo nas larvas mais desenvolvidas (Carvalho, 1986). No último instar larvar, as larvas não se alimentam dos tecidos foliares, focando-se na construção da câmara pupal, produzindo fio de seda com o qual enrola uma pequena porção da borda da folha (Greve & Redaelli, 2005).

Durante todo o seu desenvolvimento, as larvas são alongadas, achatadas dorsoventralmente, sem patas nem falsas patas distintas. A extremidade posterior do abdómen é estreita e termina num par de apêndices. A morfologia que apresenta é benéfica ao seu comportamento subepidérmico nas folhas. Com o crescimento das

larvas, as galerias tornam-se mais largas e compridas, com um percurso variável sinuoso e serpenteado (Fernandes, 2000).

Nas folhas atacadas, a porção de epiderme na parte superior das minas é facilmente visível, com um aspeto prateado resultante do crescimento e distensão com a continuidade do crescimento foliar. Com esta característica é possível distinguir com nitidez, uma fila a meio da galeria, contínua, de excrementos das larvas que vão deixando para trás à medida que se alimentam e progridem ao longo da folha (Fernandes, 2000). As galerias podem atingir 15 a 30 centímetros de comprimento.

Igualmente aos ovos, o desenvolvimento larvar depende acentuadamente da temperatura ambiente e praticamente não é afetado pela humidade relativa do exterior (Carvalho & Aguiar, 1997).

2.8.2.3. Pupa de mineira dos citrinos

A pupa com um aspeto fusiforme, inicialmente com coloração amarelo-acastanhada, com regiões anteriores e posteriores do corpo mais claros gradualmente vai tornando-se castanha até ao final do desenvolvimento. Desde a sua formação que é possível distinguir com nitidez o esboço dos olhos compostos (Fernandes, 2000).

As pupas possuem na extremidade cefálica uma formação espinhosa que, no momento da emergência, facilita a rutura do casulo e a sua saída para o exterior (Carvalho & Aguiar, 1997). No momento perto da emergência do adulto é notório a coloração mais clara do adulto já formado (Fernandes, 2000).

No período pré-emergência, a pupa apresenta um comprimento de dois a dois milímetros e meio. As pupas do sexo feminino são ligeiramente maiores do que as do sexo masculino.

As pupas têm uma elevada exigência de humidade. A duração do desenvolvimento pupal é relativamente extensa, em comparação com os restantes estados imaturos. As pupas podem permanecer mais de 20 dias no interior do casulo.

2.8.2.4. Adulto de mineira dos citrinos

O indivíduo adulto da *P. citrella* é uma pequena borboleta com cinco milímetros de comprimento e cinco a oito milímetros de envergadura. O indivíduo adulto é

predominantemente branco-prateada, com áreas douradas na região mediana externa das asas anteriores e na extremidade. Trata-se de um microlepidóptero com armadura bucal desenvolvida no estado adulto, principalmente a espiritromba, que facilita a alimentação e a sucção de substâncias liquefeitas (Carvalho & Aguiar, 1997).

As asas posteriores são esbranquiçadas, estreitas e marginadas por uma franja ciliada, mais ampla e comprida do que a franja existente nas asas anteriores. Na região apical de cada asa anterior existe uma pontuação preta bem destacada (Fernandes, 2000).

O dimorfismo sexual é pouco aparente, embora as fêmeas tenham um abdómen mais volumoso do que os indivíduos do sexo masculino. A fêmea adulta apresenta no lado dorsal da extremidade posterior do abdómen filas de escamas negras que não estão presentes nos indivíduos masculinos.

O tamanho dos adultos depende e é influenciado pela forma como correu o desenvolvimento larvar.

Os adultos apresentam uma atividade principalmente noturna, mantendo-se em repouso ou ocultos durante o dia. Os indivíduos adultos têm um voo rápido e curto. A reprodução da lagarta mineira dos citrinos é sexuada. A postura dos ovos é realizada 24 horas após o acasalamento. Durante o seu período de atividade, as fêmeas adultas podem realizar a postura de 50 ovos, chegando a efetuar numa noite a postura de 20 ovos (Carvalho & Aguiar, 1997).

Os indivíduos desta espécie apresentam um ciclo de vida relativamente curto, dependendo da época do ano e dos valores da temperatura, podem completar o ciclo em 14 a 17 dias (Carvalho & Aguiar, 1997). Ocorre a presença de cinco a 13 gerações anuais de lagarta mineira dos citrinos em diversas regiões como o Sudoeste Asiático (Fernandes, 2000).

2.8.3. Natureza dos estragos da mineira dos citrinos

Os sintomas da atividade da lagarta mineira dos citrinos, *P. citrella*, visualizam-se, maioritariamente, na rebentação nova dos hospedeiros, onde escavam e abrem galerias típicas na face inferior das folhas jovens, com uma coloração prateada, levando as folhas a ficarem torcidas, secas e conseqüentemente levar à sua queda. Tem assim

um efeito negativo na taxa fotossintética da planta, levando ao abrandamento do crescimento e desenvolvimento dos rebentos novos e das produções futuras da planta.

A lagarta mineira dos citrinos tem a capacidade de abrir galerias nos ramos dos rebentos novos dos citrinos similares as realizadas nas folhas dos citrinos. Inicialmente, as galerias nos ramos terminais passam facilmente despercebidas, tornando-se mais escuras e fáceis de detetar no momento após a emergência do adulto (Carvalho & Aguiar, 1997).

Os ataques e a presença de sintomas nos frutos são escassos e pouco frequentes, sem importância económica na maioria das regiões produtoras de citrinos.

Similarmente à psila africana dos citrinos, *T. erytrae*, a lagarta mineira dos citrinos tem a capacidade de transmitir uma doença de elevado risco para os seus hospedeiros podendo levar ao seu enfraquecimento progressivo e a sua possível morte. A lagarta mineira dos citrinos tem a capacidade de facilitar a disseminação da bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. Citri, responsável pelo cancro dos citrinos. O cancro dos citrinos é responsável pela formação de lesões castanhas com uma aureola amarela, presente nas folhas, frutos e ramos que levam a erradicação dos frutos e das folhas (Neto, 2002).

2.8.4. Medidas de proteção

As medidas de controlo da lagarta-mineira devem ser iniciadas no início do aparecimento das primeiras lagartas. Deve ser realizado o acompanhamento do desenvolvimento da praga e verificar se a incidência dos estragos é superior ao nível económico de ataque e só assim realizar algum tratamento.

Considera-se nível económico de ataque (NEA) como a densidade a que devem ser tomadas medidas de combate para impedir que o aumento da população da praga atinja o nível prejudicial de ataque. O nível prejudicial de ataque é a densidade de população mais baixa da qual levará a prejuízos nas culturas, com a redução de produção com perdas económicas (Amaro, 2005).

A luta cultural à lagarta mineira dos citrinos baseia-se na diminuição da rega no período do verão, eliminação de ramos ladrões, ausência de adubações nos períodos entre rebentações, podas ligeiras no final do inverno, com a aplicação simultânea de

adubações folheares e adição de substâncias hormonais reguladoras do crescimento, colheita dos frutos mais precoce, sobretudo em variedades tardias (Fernandes, 2000).

Os tratamentos químicos baseiam-se na utilização de inseticidas, com intervalos estipulados de acordo com a intensidade de ataque e a época em que se realizam de modo a proteger as folhas novas que irão surgir.

2.9. Afídeos

2.9.1. *Toxoptera aurantii*

O afídeo negro dos citrinos, *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe (Figura 14) é um inseto de cor castanho-avermelhados escuro. Apresentam ninfas baças e adultos de cor brilhante. É uma espécie polífaga, mas em algumas regiões de clima temperado apresenta uma preferência por citrinos. Em regiões subtropicais, a espécie é monófaga, sendo muito raros os ataques a plantas que não sejam citrinos. Ataca de forma agregada os rebentos jovens dos citrinos, as flores e, menos frequente os frutos (Neves, M. et.al., 2020). A espécie *T. aurantii* está referenciada para mais de 120 hospedeiros, principalmente da família Anacardiaceae, Anonaceae, Araliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sterculiaceae e Theaceae (Carvalho & Aguiar, 1997).



Figura 14. Afídeo negro (*T.aurantii*).

O *T. aurantii* é um afídeo de tamanho pequeno com um a dois milímetros de comprimento. As antenas, da forma áptera e alada, são de alternadamente claras e escuras. São indivíduos de reprodução vivípara partenogenética, dando origem a

gerações contínuas ao longo do ano. A temperatura ótima de reprodução situa-se entre os 22°C e 25°C, registada sobretudo no período da primavera e verão. Com as condições climáticas mais favoráveis, o *T. aurantii* pode completar uma geração em pouco mais de uma semana, sendo que cada fêmea pode dar origem a 50 descendentes (Carvalho & Aguiar, 1997).

Os indivíduos pertencentes à espécie *T. aurantii*, similarmente aos restantes afídeos, atacam sobretudo a rebentação nova dos citrinos, ramos terminais e folhas novas, sobretudo na página inferior. Durante a processo de alimentação, os indivíduos sugam a seiva dos órgãos dos citrinos, injetando simultaneamente toxinas que levam a formação de deformações dos órgãos afetados.

O ataque severo de afídeos pode levar à deformação dos ramos, enrolamento das folhas e à paragem do desenvolvimento dos gomos e provocar a sua queda. O enrolamento das folhas é tanto mais acentuado, quanto maior for a densidade populacional da espécie e quanto mais recente for o órgão afetado (Carvalho & Aguiar, 1997). Por outro lado, a formação de fumagina interfere na fotossíntese por parte das folhas e leva à desvalorização os frutos (Neves, M. et.al., 2020). O afídeo negro tem a capacidade de transmitir o vírus da tristeza dos citrinos (Carvalho & Aguiar, 1997).

2.9.2. *Aphis spiraecola* Patch

O afídeo verde dos citrinos, *Aphis spiraecola* Patch, apresenta uma coloração verde e verde-amarelada. As formas aladas com cabeça e tórax preto e abdómen verde. Espécie muito polífaga, com principal hospedeiro, espécies do género *Spiraea* spp., algumas pomóideas e hospedeiros secundários, onde se situam os citrinos, pomóideas e prunóideas. A temperatura ótima para o seu desenvolvimento é de 27°C.

Pode apresentar diversas gerações anuais e é nos citrinos que provoca os estragos mais graves (Carvalho & Aguiar, 1997).

Os afídeos colonizam os rebentos novos foliares e florais dos citrinos. Instalam-se preferencialmente na página inferior das folhas, afetando a planta pela extração de seiva e injeção das toxinas. A melada excretada pelos afídeos constitui uma fonte de alimentação para formigas e vespas, cuja ação é prejudicial para a dinâmica dos auxiliares.

3. Material e Métodos

3.1. Material

O estudo realizado e descrito neste trabalho teve como objetivo observar e registar a relação entre os estados fenológicos dos citrinos e a presença da psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytrae* (nas diferentes fases de desenvolvimento), lagarta mineira dos citrinos, afídeos negros, afídios verdes e formigas.

Para a realização deste estudo foi necessário a utilização de uma lupa de bolso, uma camara fotográfica para registo de atividade, uma tabela de anotações pré-estabelecida antes das observações semanais realizadas (Anexo 1), um exemplar gráfico dos estados fenológicos da rebentação nova, retirado e adaptado do trabalho de Cifuentes-Arenas, J.; Goes, A. & et.al. (Anexo 2).

3.2. Metodologia

As observações semanais foram realizadas durante três períodos distintos do ano, correspondente a três períodos de rebentação dos citrinos (fevereiro/março; maio/junho; setembro/outubro). Em cada período foram realizadas seis observações semanais. As observações foram realizadas sempre no mesmo dia da semana exceto quando as condições climatéricas não o permitiram, sendo realizado no dia seguinte de modo a não haver muita discrepância nos intervalos de observação.

As observações foram realizadas no Campus de Vairão, em Vila do Conde, nos limoeiros instalados na bordadura da parcela e nos citrinos instalados no bardo. Os limoeiros, são 66 árvores de elevada altura, da variedade Lisboa. Os citrinos do bardo são no total 12 árvores compreendendo as seguintes espécies/variedades: valencia late, dalmau, clementina, setubalense, kumquat e star ruby.

Dos 12 exemplares dispostos no bardo de citrinos, em cada observação, foram selecionadas as árvores com rebentação nova e, nestas, observados e estudados quatro ramos. Assim o número de ramos observados dependeu da existência de rebentação nova tendo sido no máximo 48 ramos. Eram selecionados, sempre que possível, quatro rebentos de quatro ramos distintos da árvore em análise. Eram excluídos da análise todos os rebentos que se apresentavam debilitados, sem folhas ou com alguma deficiência que tornaria a sua análise dispersa das restantes amostras.

Dos limoeiros dispostos na bordadura do terreno, constituindo um *continuum*, foram selecionados, em cada observação até 50 ramos que apresentassem rebentação nova. Esses ramos foram selecionados de forma aleatória ao longo de todos os 66 limoeiros, escolhendo-se os ramos à altura dos olhos, de modo a facilitar a análise, até perfazer 50 rebentos. A seleção dos ramos para análise não se baseava na disposição espacial dos rebentos na árvore devido à dificuldade que estava presente para uma análise mais completa devido à elevada altura das mesmas.

Em todas as observações foram registadas na tabela pré-estabelecida (Anexo 1), o número de folhas da rebentação do presente fluxo (f) e dos anteriores (F-1) (F-2) até ao limite de 20 folhas. Para os estados V3, V4, V5, V6 foram registados os seguintes elementos: o número de folhas com ovos de psila africana dos citrinos (PAC), o número de folhas com ninfas da PAC, o número de folhas com galhas resultado do desenvolvimento da PAC, a posição em que se encontrava no ramo a primeira folha com ovos, ninfas e galhas da PAC. Para além dessa informação, foi registado a presença de indivíduos adultos da PAC, a presença de afídeos, formigas e lagarta mineira na rebentação nova.

O número de folhas da rebentação anterior foi também anotado de forma a fazer uma descrição completa do ramo em análise.

3.2.1. Estado Fenológico da rebentação nova dos citrinos

Durante as observações semanais foi registado o estado fenológico dos rebentos novos dos citrinos existentes na exploração. Os estados fenológicos dos rebentos novos são classificados de acordo com o trabalho de Cifuentes (Cifuentes-Arenas et al., 2018). Os rebentos novos são classificados em seis estados vegetativos diferentes, que se baseiam no estado do seu desenvolvimento, o seu número de folhas, o seu tamanho e a sua disposição no momento da análise. Os estados vegetativos são classificados assim:

V1: Inchamento do gomo: inchamento do gomo até ao aparecimento de uma pequena haste com menos de 2mm de comprimento.

V2: Alongamento do gomo: alongamento da haste com a separação dos primeiros pecíolos basais. Margens das folhas encontram-se fechadas.

V3: Expansão das folhas: expansão das folhas e separação dos pecíolos, abertura das margens inferiores das folhas e emissão de novas folhas.

V4: Abertura total das folhas: abertura total das folhas com a número final já estabelecido. Possível aparecimento de clorose nas folhas.

V5: Expansão das folhas: folhas totalmente expandidas, com uma coloração verde-amarelada, endurecimento progressivo do topo para a base. Clorose e abscisão da ponta do gomo.

V6: Desenvolvimento concluído: Maturação completa dos gomos, com as folhas totalmente expandidas e endurecidas com uma coloração verde-amarelada.

4. Resultados e Discussão

4.1. Resultados Obtidos

No início do trabalho estava previsto o acompanhamento do desenvolvimento da rebentação nova dos citrinos existentes no Campus de Vairão. No decorrer do trabalho verificou-se que nas primeiras semanas dos três períodos de rebentação analisados as rebentações existentes nos exemplares da exploração não eram suficientes para cumprir as metas previamente estabelecidos. Consequentemente, nos três períodos de rebentação estudados, existe uma pequena discrepância no número de rebentos analisados.

Os resultados apresentados posteriormente encontram-se divididos em dois grupos, bardo de citrinos e limoeiros. O bardo de citrinos é constituído por 12 árvores de pequena altura de diferentes espécies de citrinos, onde estão presentes laranjeiras, tangerineiras e toranjeiras. Os limoeiros presentes na bordadura do terreno são um conjunto de árvores pertencentes à espécie Lisboa. São árvores com elevada altura, com uma disposição muito variável e estados de desenvolvimento muito diferentes entre si. Os dados obtidos no bardo de citrinos são em menor número do que aqueles obtidos nos limoeiros. Os dados encontram-se analisados primeiramente em relação aos ovos, seguido das ninfas, galhas e por fim em relação aos afídeos, adultos formigas e lagarta mineira dos citrinos. Em cada grupo é analisado primeiramente os dados obtidos no bardo de citrinos e seguidamente os dados obtidos nos limoeiros.

Como presente na tabela 4, durante o conjunto de observações realizado durante 18 semanas divididas em três fluxos distintos, foram analisados 1266 rebentos novos, divididos em 454 presentes no bardo de citrinos e 812 rebentos novos presentes nos limoeiros. Durante os três períodos de rebentação tentou-se analisar sempre o mesmo número de rebentos. Devido à inexistência de rebentação nova para o processo de análise, a presença de rebentos inadequados à observação e a dificuldades de observação devido a fatores externos foram algumas das causas para a discrepância do número de observações.

Tabela 4. Número mínimo e máximo de árvores com rebentação e ramos observados e semana da ocorrência.

| Fluxo | Contagens | Bardo de Citrinos | | | Limoeiros | |
|--------------|-----------|-----------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | | Árvores c\ rebentação | Varas observadas | Semana ocorrência | Varas observadas | Semana ocorrência |
| 1 | Mínimo | 6 | 24 | 1 | 16 | 1 |
| | Máximo | 9 | 33 | 2 a 3 | 50 | 4 a 6 |
| 2 | Mínimo | 4 | 16 | 7 | 50 | 7 a 12 |
| | Máximo | 11 | 44 | 12 | 50 | 7 a 12 |
| 3 | Mínimo | 2 | 8 | 13 | 35 | 13 |
| | Máximo | 6 | 20 | 18 | 20 | 14 a 18 |
| Total | | | 454 | | | 812 |

Os dados obtidos encontram-se divididos de acordo com a sua origem e com a época de rebentação. Primeiramente, irá ser apresentado os dados relativos ao bardo de citrinos e seguidamente os dados relativos aos limoeiros de acordo com a variável que está a ser estudada. Os dados obtidos nos três períodos de rebentação serão agrupados e analisados de forma conjunta de modo a aumentar a quantidade de informação.

4.1.1. Ovos da Psila Africana dos Citrinos

Em cada ramo com rebentação nova dos citrinos analisados foi registado o número de folhas com ovos existentes. Com essa variável pretendeu-se verificar, sobretudo, se o número de folhas do ramo influencia o número de folhas com ovos nesse mesmo ramo. No início do trabalho foram estabelecidas algumas questões que pretendiam-se responder no final do trabalho em relação aos ovos e aos

comportamentos da psila africana dos citrinos. As questões são: Onde há ovos? O maior número de folhas do ramo influencia o número de folhas com ovos? A existência de relação entre o número de folhas e o número de folhas com ovos. Essas questões serão respondidas no final de cada capítulo através da aglomeração dos dados obtidos no conjunto das observações.

4.1.1.1. Bardo de Citrinos

Na primeira época de rebentação de citrinos acompanhada (fevereiro/março), os exemplares presentes no bardo de citrinos apresentaram uma única folha com a presença de ovos de psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytreae* (Tabela 5). Face a essa situação, os dados obtidos não apresentavam uma pertinência elevada para o estudo da correlação entre as variáveis estabelecidas anteriormente. Era impossível determinar a existência de uma relação entre as variáveis com os dados obtidos no primeiro período de rebentação. O coeficiente de determinação calculado foi de 1,07% ($R^2=0,0107 \pm 0,001$) para um nível de significância de 0,01 (sig=0,01).

Tabela 5. Dados obtidos no primeiro fluxo de citrinos no bardo de citrinos.

| 1º Fluxo de Rebentação – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|--|-------------|------------------|-----------------|------------------------|------------------|-------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ovo | Proporção varas c\ ovo | Nº folhas c\ ovo | Proporção folhas c\ ovo |
| 1 - 5 | 12 | 52 | 0 | - | 0 | - |
| 6 - 10 | 117 | 937 | 0 | - | 0 | - |
| 11 - 15 | 32 | 390 | 1 | 3,13% | 1 | 0,26% |
| 16 - 20 | 1 | 16 | 0 | - | 0 | - |
| Total | 162 | 1395 | 1 | 0,61% | 1 | 0,07% |

No segundo período de rebentação (maio/junho), o bardo de citrinos apresentou 11 exemplares com rebentação nova com excelentes dados para a verificação da correlação entre o número de folhas do ramo e o número de folhas com ovos de psila africana dos citrinos (PAC). Durante as seis semanas de observação foram analisados 163 rebentos novos nos citrinos (Tabela 6). De acordo com a tabela 6, durante as observações do segundo fluxo de rebentação, o bardo de citrinos apresentou 61 rebentos novos com a presença de ovos de PAC. Desses mesmos ramos, 350 folhas

apresentavam ovos de PAC. O coeficiente de determinação calculado foi de 0,49% ($R^2=0,0049 \pm 0,143$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$).

Tabela 6. Dados obtidos no segundo fluxo de citrinos no bardo de citrinos.

| 2º Fluxo de Rebentação – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ovo | Proporção varas c\ ovo | Nº folhas c\ ovo | Proporção folhas c\ ovo |
| 1 - 5 | 12 | 54 | 2 | 16,66% | 6 | 11,11% |
| 6 - 10 | 84 | 680 | 32 | 38,10% | 163 | 23,97% |
| 11 - 15 | 50 | 638 | 18 | 36,00% | 96 | 15,05% |
| 16 - 20 | 17 | 315 | 9 | 52,94% | 85 | 27,24% |
| Total | 163 | 1687 | 61 | 37,42% | 350 | 20,75% |

Por fim, na terceira época de rebentação (setembro/outubro), seis exemplares de citrinos apresentaram rebentação nova durante o período de observações. Apesar de poucos exemplares com rebentação, os dados obtidos foram extremamente relevantes para o estudo de correlação existente entre o número de folhas do ramo e o número de folhas com ovos. Durante esse período, foram observadas no total 25 árvores com a presença de rebentos novos. Dessas 25 árvores, foram observados e analisados 80 rebentos novos com 619 folhas com ovos (Tabela 7). O coeficiente de correlação calculado foi de 20,51% ($R^2=0,2051 \pm 0,253$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$).

Tabela 7. Dados obtidos no terceiro fluxo de rebentação no bardo de citrinos.

| 3º Fluxo de Rebentação – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ovo | Proporção varas c\ ovo | Nº folhas c\ ovo | Proporção folhas c\ ovo |
| 1 - 5 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 6 - 10 | 11 | 95 | 3 | 27,27% | 20 | 21,05% |
| 11 - 15 | 18 | 247 | 10 | 55,56% | 106 | 42,91% |
| 16 - 20 | 51 | 982 | 41 | 80,39% | 493 | 50,20% |
| Total | 80 | 1324 | 54 | 67,50% | 619 | 46,75% |

Após a conclusão das observações no bardo de citrinos e a análise conjunta dos dados obtidos, podemos afirmar que 28,89% dos ramos analisados apresentavam ovos de PAC, contabilizando 117 ramos com ovos no total de 405 ramos analisados. Ao nível das folhas, 22,02% apresentavam ovos de PAC, contabilizando 970 folhas no total de 4406 (Tabela 8).

Tabela 8. Dados obtidos no conjunto de observações no bardo de citrinos.

| Conjunto de Observações – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c/ ovo | Proporção varas c/ ovo | Nº folhas c/ ovo | Proporção folhas c/ ovo |
| 1 - 5 | 24 | 106 | 3 | 12,50% | 6 | 5,66% |
| 6 - 10 | 212 | 1712 | 36 | 16,98% | 184 | 10,75% |
| 11 - 15 | 100 | 1275 | 28 | 28,00% | 202 | 15,84% |
| 16 - 20 | 69 | 1313 | 50 | 72,46% | 578 | 44,02% |
| Total | 405 | 4406 | 117 | 28,89% | 970 | 22,02% |

Após a análise conjunta dos dados obtidos no bardo de citrinos e a elaboração de um gráfico (Gráfico 1), é possível constatar a existência de uma tendência de crescimento do número de folhas com ovos da PAC nos rebentos novos de citrinos com maior número de folhas existentes. O coeficiente de determinação obtido ($R^2 = 0,6825 \pm 0,146$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$) indica uma associação positiva entre as variáveis em estudo, em que 68,25% das folhas com ovos de PAC pode ser associada ao número de folhas dos ramos. Com a utilização do software SPSS, foi possível confirmar a correlação entre o número de folhas do rebento e o número de folhas com ovos (Anexo 2). O coeficiente de Pearson calculado no software foi de 54,30% ($R^2=0,543 \pm 0,146$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$).

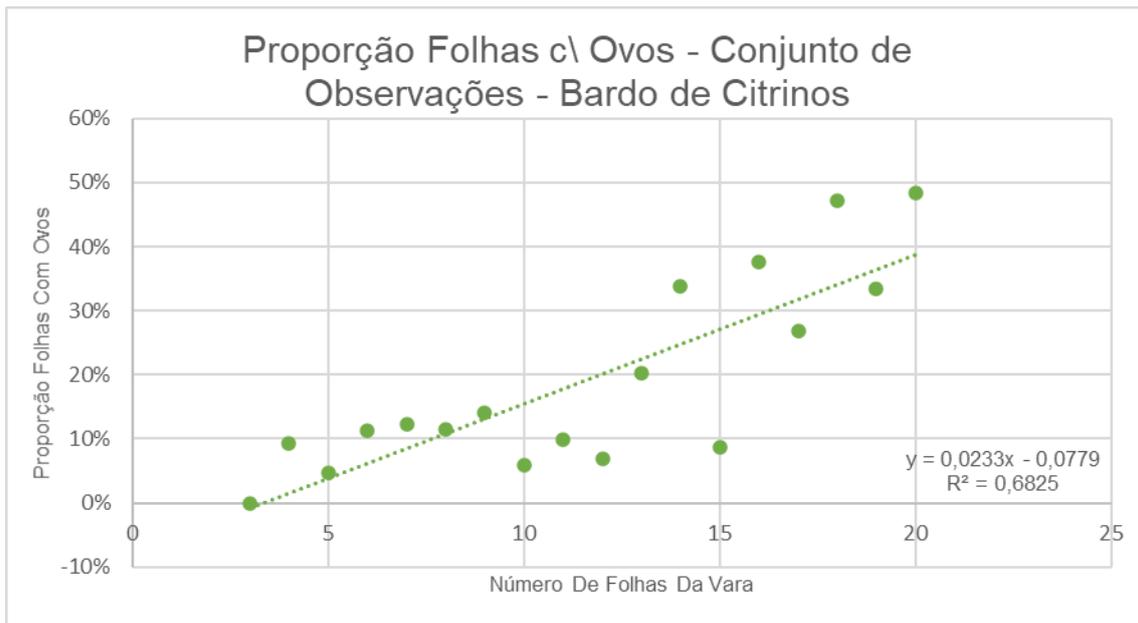


Gráfico 1. Proporção de folhas com ovos no bardo de citrinos.

Contudo, não podemos afirmar que a existência de uma relação entre o número de folhas com ovos depende exclusivamente do número de folhas do rebento, visto que o coeficiente de determinação é influenciado pelo número de observações e pela existência de outlier's. No entanto, como os outlier's são comuns na natureza e o seu aparecimento é resultado de fenómenos naturais inabituais não podemos omitir a sua presença na análise estatística. Através da realização de uma caixa de bigodes com os dados referentes as variáveis em estudo no bardo de citrinos (Gráfico 2), podemos constatar que a presença de folhas com ovos da PAC nos rebentos novos situa-se em exemplares com maior número de folhas. Os rebentos com a presença de ovos de PAC têm em média, aproximadamente, 14 folhas, ($\bar{X}=13,99$) enquanto que os rebentos sem ovos de PAC apresentavam em média oito folhas ($\bar{X}=8,23$).

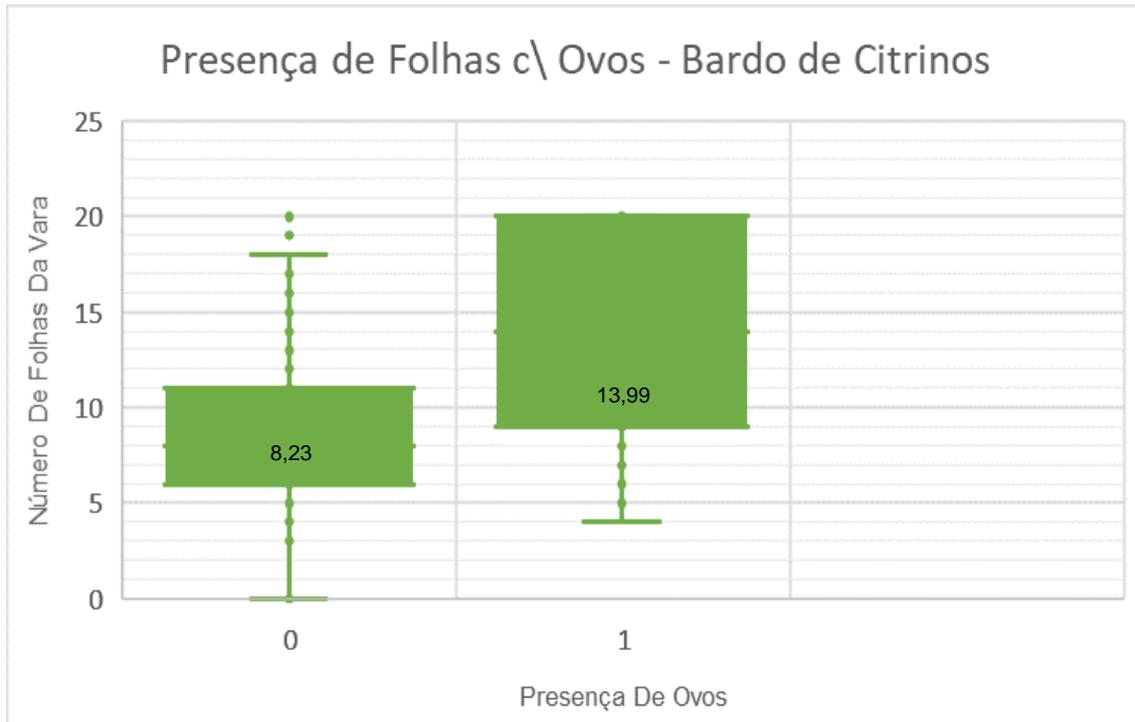


Gráfico 2. Posição das folhas com ovos ao longo do ramo no bardo de citrinos.

De acordo como os resultados do gráfico 3, podemos afirmar que a presença de folhas com ovos ocorreu, no bardo de citrinos, maioritariamente no estado vegetativo V3. Os estados fenológicos V1, V2 e V3 são os mais suscetíveis a realização da postura dos ovos por parte da psila africana dos citrinos (Cifuentes-Arenas et al., 2018). Recorrendo ao trabalho de Cifuentes-Arenas, verificamos a existência de diferenças nas preferências da postura dos ovos, uma vez que no seu trabalho a psila asiática dos citrinos tem a preferência pelo estado vegetativo V2. Esse resultado pode ser fruto do estado de desenvolvimento da folha que persuade a postura dos ovos por parte da PAC. A postura de ovos vai diminuindo gradualmente desde o estado vegetativo V3 até V6. O desenvolvimento dos rebentos afeta também o tempo de postura dos ovos por parte das fêmeas adultas (Cifuentes-Arenas et al., 2018). O menor número de folhas com ovos nos estados vegetativos mais avançados (V5-V6) é resultado do aumento da rigidez da folha e da sua composição química inadequada para a postura e desenvolvimento dos ovos e ninfas. Concluímos que existe uma relação similar entre o comportamento da *D. citri* e *T. erytreae* com a comparação dos resultados do trabalho de Cifuentes-Arenas em 2018.

Presença de Folhas c\ Ovos nos Diferentes Estados Fenológicos

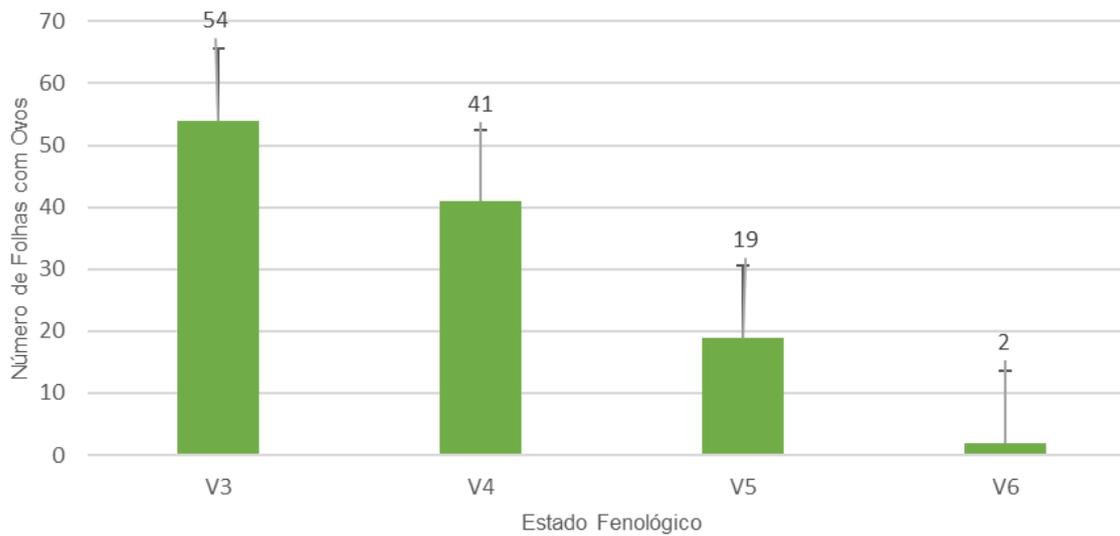


Gráfico 3. Presença de folhas com ovos nos diferentes estados fenológicos.

Com a realização de uma tabela somatória dos dados obtidos no bardo de citrinos (Tabela 9), podemos constatar um ligeiro aumento dos valores em relação ao número de folhas com ovos, desde o primeiro fluxo de rebentação até ao terceiro fluxo de rebentação. Esta variação de valores deve-se sobretudo, ao número de exemplares de citrinos analisados, as condições climatéricas registadas durante o período de observações, uma vez que, cada fluxo de rebentação situou-se em estações do ano diferentes, com implicações no desenvolvimento da praga.

Tabela 9. Estatística dos dados no bardo de citrinos.

| Estatística Dados do Bardo de Citrinos | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 1º Fluxo de Rebentação | 2º Fluxo de Rebentação | 3º Fluxo de Rebentação |
| Média | 0,005 | 1,902 | 7,369 |
| Mediana | 0 | 0 | 8 |
| Desvio Padrão | 0,073 | 3,162 | 6,771 |
| Mínimo | 0 | 0 | 0 |
| Máximo | 1 | 13 | 20 |

De acordo com os resultados obtidos no teste de normalidade Kolmogorov - Smirnov executado no software SPSS (Anexo 3), verificamos que os dados referentes

aos números de folhas com ovos nos rebentos analisados não seguem uma distribuição normal. Considerando a hipótese nula (H_0) a distribuição normal dos dados e a hipótese alternativa (H_1) a não distribuição normal dos dados, concluímos que com a realização do teste Kolmogorov – Smirnov existe evidências suficientes para a rejeição da hipótese nula ($\text{sig} < 0,05$), assumindo que os dados não seguem uma distribuição normal.

4.1.1.2. Limoeiros

Nos limoeiros, ao contrário daquilo que aconteceu no bardo de citrinos, verificou-se a presença de ovos de psila africana dos citrinos (PAC) durante o primeiro período de rebentação observado (fevereiro/março). A maior disponibilidade de exemplares para o desenvolvimento e estabelecimento da praga em estudo, as suas características fenológicas e a sua posição no terreno são algumas das particularidades que podemos afirmar como responsáveis para a diferença ocorrida entre os diferentes grupos de citrinos analisados.

No primeiro período de rebentação (fevereiro/março), o número de folhas com ovos foi relativamente baixo em comparação aos restantes períodos de rebentação (171 folhas com ovos) (Tabela 10). De acordo com os dados obtidos no primeiro período de rebentação e com a determinação do coeficiente de determinação para as variáveis em estudo (número de folhas do rebento / número de folhas do rebento com ovos) não é possível afirmar a existência de alguma relação entre as variáveis ($R^2 = 0,0759 \pm 0,023$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig} = 0,01$).

Tabela 10. Dados obtidos no primeiro fluxo de rebentação nos limoeiros.

| 1º Fluxo de Rebentação – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|--|-------------|------------------|-----------------|------------------------|------------------|-------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c/ ovo | Proporção varas c/ ovo | Nº folhas c/ ovo | Proporção folhas c/ ovo |
| 1 - 5 | 58 | 248 | 10 | 17,24% | 23 | 9,27% |
| 6 - 10 | 137 | 1032 | 29 | 21,17% | 110 | 10,66% |
| 11 - 15 | 21 | 255 | 6 | 28,57% | 31 | 12,16% |
| 16 - 20 | 2 | 33 | 2 | 100,00% | 7 | 21,21% |
| Total | 218 | 1568 | 47 | 21,56% | 171 | 10,91%% |

Durante o segundo fluxo de rebentação, os limoeiros presentes na bordadura do terreno apresentavam inúmeros dados interessantes para a análise da variável em

estudo, com a presença de psila africana dos citrinos nos seus diferentes estados, ovos, ninfas e adultos. Para além da PAC, o segundo fluxo de rebentação apresentou diversas pragas dos citrinos, como afídeos negros, formigas e muito mais.

De acordo com os dados apresentados na tabela 11, ao longo do segundo fluxo de rebentação foi possível constatar a presença de 1198 folhas com ovos no total de 2810 folhas, correspondendo aproximadamente a 42,63% das folhas com ovos (Tabela 11). No entanto, com a determinação do coeficiente de determinação ($R^2=0,1425 \pm 0,117$) para um nível de significância de 0,01 (sig=0,01), não se pode inferir, com elevado grau de certeza, a existência de uma relação entre as variáveis em estudo.

Tabela 11. Dados obtidos no segundo fluxo de rebentação nos limoeiros.

| 2º Fluxo de Rebentação – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ovo | Proporção varas c\ ovo | Nº folhas c\ ovo | Proporção folhas c\ ovo |
| 1 - 5 | 47 | 211 | 19 | 40,43% | 69 | 32,70% |
| 6 - 10 | 158 | 1238 | 89 | 56,33% | 439 | 35,46% |
| 11 - 15 | 59 | 745 | 51 | 86,44% | 387 | 51,95% |
| 16 - 20 | 33 | 616 | 30 | 90,90% | 303 | 49,19% |
| Total | 297 | 2810 | 189 | 63,64% | 1198 | 42,63% |

No terceiro fluxo de rebentação analisado (setembro/outubro), os dados obtidos para a determinação de uma relação entre as variáveis em estudo foram mais escassos do que os obtidos no segundo fluxo de rebentação. Essa discrepância é resultado do número de rebentos novos analisados, uma vez que os citrinos com rebentação nova eram em menor número do que os presentes no segundo fluxo de rebentação. Os rebentos novos analisados no terceiro fluxo de rebentação foram maioritariamente oriundos de citrinos podados pouco tempo antes do início das observações, de modo a que houvesse rebentação nova suficiente para análise durante esse período. No final do terceiro fluxo de rebentação, na quinta e sexta semana de observação, era notório a presença abundante de rebentação nova nos citrinos.

De acordo com os dados presentes na tabela 12, durante o terceiro fluxo de rebentação 471 folhas dos rebentos analisados tinham ovos de psila africana dos citrinos (PAC) no total de 3030 folhas analisadas correspondendo a 15,54% das folhas analisadas. O coeficiente de determinação obtido com os dados do terceiro fluxo de rebentação foi de 1,68% ($R^2= 0,0168 \pm 0,081$) para um nível de significância de 0,01

(sig=0,01), valor demasiado baixo para a determinação de uma relação entre as variáveis.

Tabela 12. Dados obtidos no terceiro fluxo de rebentação nos limoeiros.

| 3º Fluxo de Rebentação – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ovo | Proporção varas c\ ovo | Nº folhas c\ ovo | Proporção folhas c\ ovo |
| 1 - 5 | 32 | 135 | 9 | 28,13% | 24 | 17,79% |
| 6 - 10 | 115 | 918 | 30 | 26,09% | 118 | 12,85% |
| 11 - 15 | 92 | 1187 | 39 | 42,39% | 153 | 12,89% |
| 16 - 20 | 43 | 790 | 25 | 58,14% | 176 | 22,29% |
| Total | 282 | 3030 | 103 | 36,52% | 471 | 15,54% |

Após a conclusão das observações e a análise dos dados obtidos nos limoeiros podemos constatar que 1840 folhas analisadas continham ovos da psila africana dos citrinos (PAC) no total de 7408 folhas observadas no conjunto correspondendo esse valor a 24,83% de folhas totais (Tabela 13).

Tabela 13. Dados obtidos no conjunto de observações nos limoeiros.

| Conjunto de Observações – Ovos de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ovo | Proporção varas c\ ovo | Nº folhas c\ ovo | Proporção folhas c\ ovo |
| 1 - 5 | 137 | 594 | 38 | 27,74% | 116 | 19,53% |
| 6 - 10 | 410 | 3188 | 148 | 36,10% | 667 | 20,92% |
| 11 - 15 | 172 | 2187 | 96 | 55,81% | 571 | 26,11% |
| 16 - 20 | 78 | 1439 | 57 | 73,08% | 486 | 33,77% |
| Total | 797 | 7408 | 339 | 42,53% | 1840 | 24,83% |

Com a elaboração do gráfico 4 podemos constatar a presença de uma relação entre as variáveis em estudo. Com o coeficiente de determinação calculado ($R^2=0,6288 \pm 0,086$) para um nível de significância de 0,01 (sig=0,01) é possível afirmar que 62,88% dos números de folhas com ovos pode ser justificado com o número de folhas com dos rebentos novos.

De modo a corroborar os dados obtidos no gráfico 4, a utilização do software SPSS determinou que existe uma relação entre o número de folhas dos rebentos novos dos citrinos e o número de folhas com a presença de ovos. O coeficiente de Pearson calculado é de 44,80% ($R^2 = 0,448 \pm 0,086$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$) (Anexo 6).

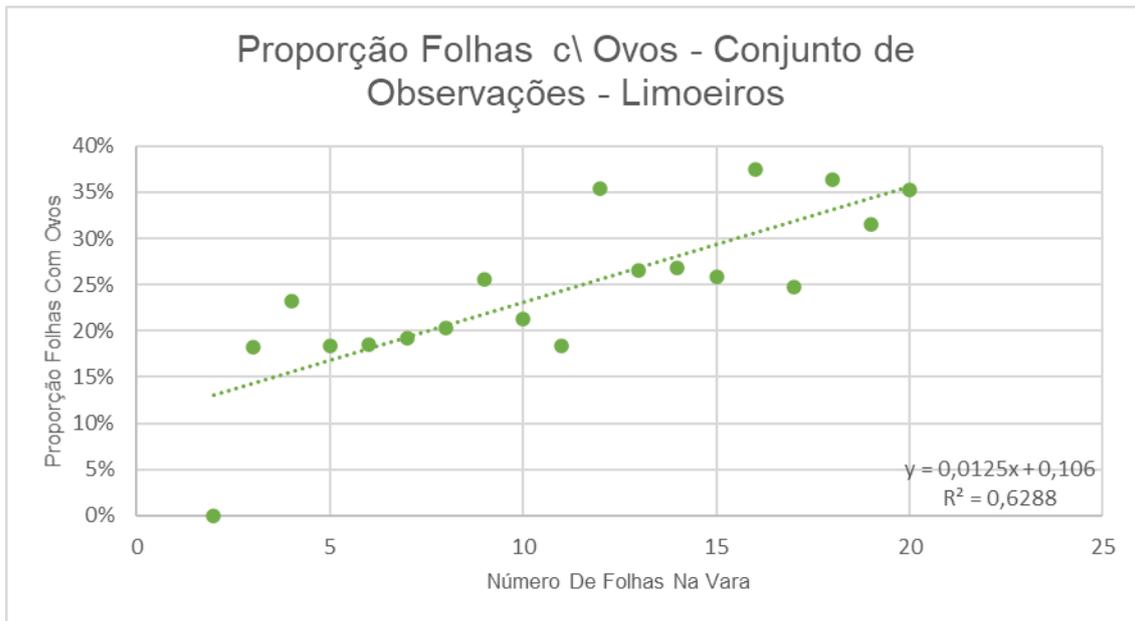


Gráfico 4. Proporção de folhas com ovos nos limoeiros.

De acordo com os resultados obtidos através do software SPSS, os dados obtidos nos limoeiros não seguem uma distribuição normal (Anexo 5). Para corroborar a afirmação apresentada foi realizado um teste de Kolmogorov – Smirnov no software SPSS, devido à robustez dos seus resultados. Considerando a hipótese nula (H_0) a distribuição normal dos dados e a hipótese alternativa (H_1) a não distribuição normal dos dados, concluímos que com a realização do teste Kolmogorov – Smirnov existe evidências suficientes para a rejeição da hipótese nula ($\text{sig}<0,05$), assumindo que os dados não seguem uma distribuição normal.

Com a elaboração do gráfico 5, podemos afirmar que a presença de folhas com ovos de psila africana dos citrinos (PAC) encontra-se maioritariamente em rebentos com maior número de folhas. Em média, os rebentos com a presença de ovos de PAC têm, aproximadamente, 11 folhas ($\bar{X}=10,73$) enquanto que os rebentos sem a presença de ovos têm em média oito folhas ($\bar{X}=7,97$).

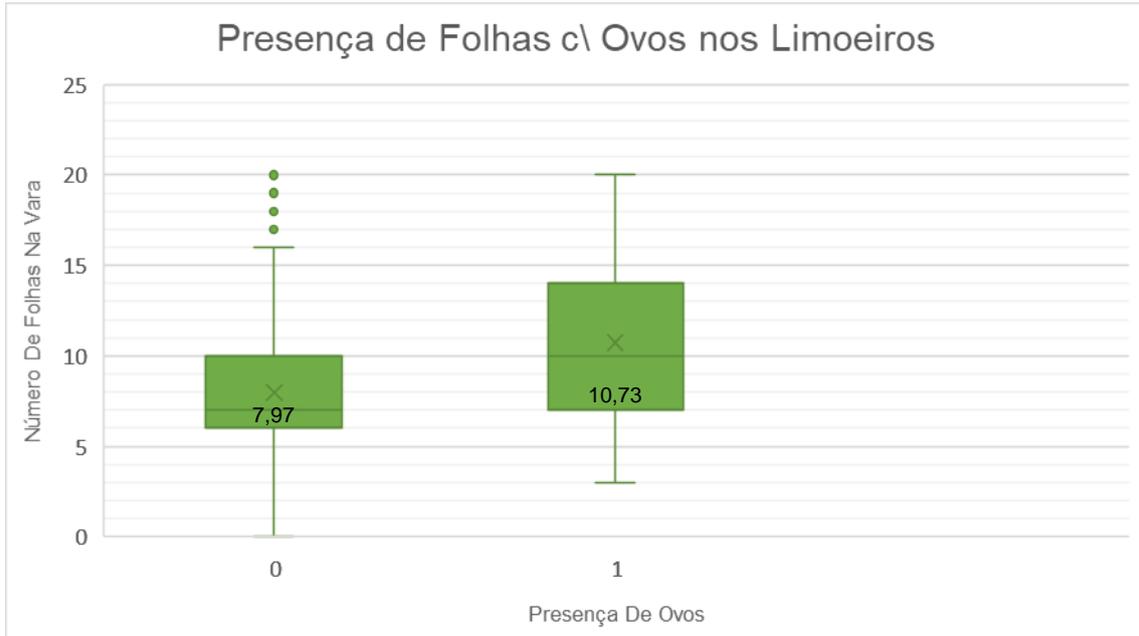


Gráfico 5. Posição das folhas com ovos ao longo do ramo nos limoeiros.

Após a conclusão das observações e a elaboração de uma tabela somatória dos dados obtidos (Tabela 14) podemos constatar que o segundo fluxo de rebentação apresentou um maior número de folhas com ovos, com uma média de quatro folhas ($\bar{X}=4.19$) com ovos por cada rebento analisado.

Tabela 14. Estatística dos dados dos limoeiros.

| Estatística Dados dos Limoeiros | | | |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1º Fluxo de Rebentação | 2º Fluxo de Rebentação | 3º Fluxo de Rebentação |
| Média | 0,750 | 3,993 | 1,658 |
| Mediana | 0 | 3 | 0 |
| Desvio Padrão | 1,795 | 4,187 | 3,008 |
| Mínimo | 0 | 0 | 0 |
| Máximo | 12 | 18 | 20 |

Com a análise do gráfico 6, é possível afirmar que a presença de folhas com ovos em rebentos novos acontecia maioritariamente no estado vegetativo V4. Essa dominância pode ser fruto do maior desenvolvimento da folha que atraía a psila realizar a sua postura nessas folhas. Por outro lado, o estado de desenvolvimento da folha mais avançado com uma ligeira rigidez pode ser um fator positivo para a presença de ovos de psila. Contudo será necessário a realização de um maior número de observações

para a confirmação desta teoria. De acordo com o trabalho de Cifuentes- Arenas em *D.citri*, as jovens fêmeas realizam a postura dos ovos em todos os estados vegetativos à exceção dos rebentos V6. Nos resultados obtidos no gráfico 6 é visível a presença de folhas com ovos em rebentos V6. Estes resultados são frutos dos condicionalismos durante o período de observações e possíveis erros de julgamento dos rebentos analisados.

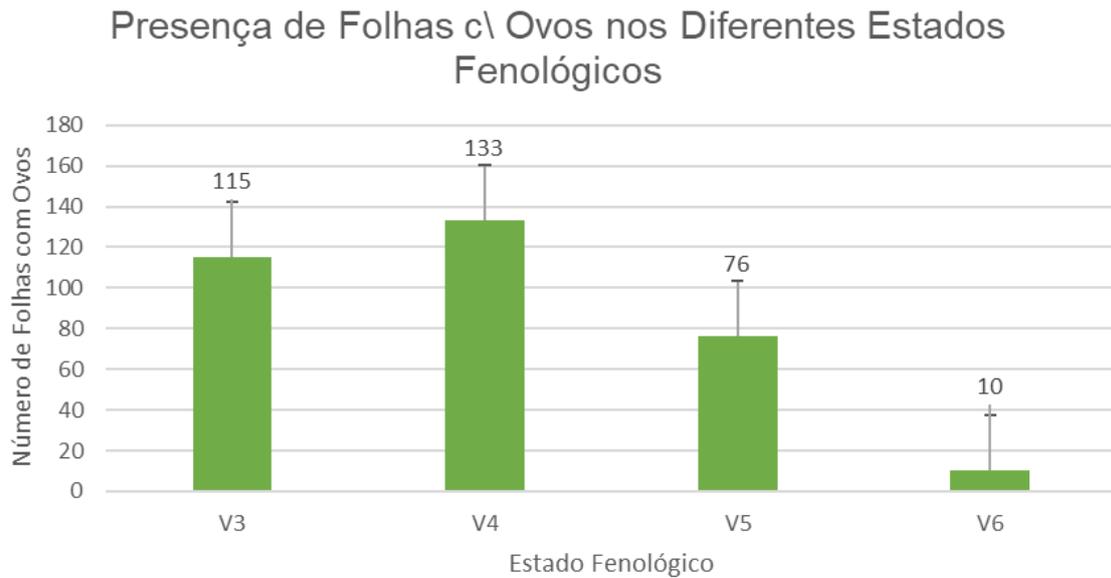


Gráfico 6. Presença de folhas com ovos nos diferentes estados fenológicos.

Com a conclusão das observações é possível responder as questões previamente estabelecidas. Em primeiro lugar, a presença de ovos ocorre sempre em folhas novas oriundas de rebentos que se encontram em desenvolvimento. Esse facto deve-se à preferência da psila africana dos citrinos em realizar a postura dos ovos em tecidos novos e ainda tenros. Em segundo lugar, é possível inferir a existência de uma relação positiva entre o número de folhas dos rebentos novos e o número de folhas com ovos. Apesar de não ser dependente de uma única variável, com os dados obtidos verificamos que o número de folhas do rebento com ovos depende maioritariamente do número de folhas do rebento novo. Por fim, verificamos que a presença de rebentos com mais folhas apresenta um maior número de folhas com ovos.

4.1.2. Ninfas da Psila Africana dos Citrinos

Em cada ramo com rebentação nova dos citrinos analisados foi registado o número de folhas com ninfas existentes nesse rebento. Com essa variável pretendeu-se verificar, sobretudo, se o número de folhas do ramo influenciava o número de folhas com ninfas. No início do trabalho foram estabelecidas algumas questões que pretendiam-se responder no final do trabalho em relação as ninfas e aos comportamentos da psila africana dos citrinos. As questões são: Onde há ninfas? O maior número de folhas do ramo influência o número de folhas com ninfas? A existência de relação entre o número de folhas e o número de folhas com ninfas. Essas questões serão respondidas no final de cada capítulo através da aglomeração dos dados obtidos no conjunto das observações.

4.1.2.1. Bardo de Citrinos

Similarmente aos dados obtidos no bardo de citrinos em relação aos ovos de psila africana dos citrinos, o primeiro fluxo de rebentação no bardo de citrinos apresentou apenas duas folhas com ninfas. A escassez de dados obtidos no primeiro fluxo de rebentação não permite a observação de uma relação entre as variáveis em estudo (Tabela 15).

Tabela 15. Dados obtidos no primeiro fluxo de citrinos no bardo de citrinos.

| 1º Fluxo de Rebentação – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|--|-------------|------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 1 - 5 | 12 | 52 | 0 | - | 0 | - |
| 6 - 10 | 117 | 937 | 2 | 1,71% | 2 | 0,21% |
| 11 - 15 | 32 | 390 | 0 | - | 0 | - |
| 16 - 20 | 1 | 16 | 0 | - | 0 | - |
| Total | 162 | 1395 | 2 | 1,22% | 2 | 0,14% |

O coeficiente de determinação calculado para os dados obtidos no primeiro fluxo de rebentação foi de 4,27% ($R^2 = 0,0427 \pm 0,002$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig} = 0,01$). Contudo, a análise individual dos dados obtidos no primeiro fluxo de

rebentação nos limoeiros não pode ser considerada relevante devido à escassez de dados obtidos.

No segundo fluxo de rebentação (maio/junho) os dados obtidos foram similares aos dados obtidos em relação aos ovos da psila africana dos citrinos. Maior quantidade de dados devido ao maior número de rebentos novos existentes nos exemplares analisados. Essa variação deve-se, como dito anteriormente, às condições climáticas registadas no local e a diversos fatores externos.

De acordo com a tabela 16, durante o segundo fluxo de rebentação ocorreu a presença de 214 folhas com ninfas num total de 1687 folhas observadas perfazendo uma proporção de folhas com ninfas de 12,69%.

Tabela 16. Dados obtidos no segundo fluxo de citrinos no bardo de citrinos.

| 2º Fluxo de Rebentação – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 1 - 5 | 12 | 54 | 0 | - | 0 | - |
| 6 - 10 | 84 | 680 | 11 | 13,10% | 64 | 9,41% |
| 11 - 15 | 50 | 638 | 8 | 15,69% | 69 | 10,58% |
| 16 - 20 | 17 | 315 | 6 | 35,29% | 81 | 25,71% |
| Total | 163 | 1687 | 25 | 15,34% | 214 | 12,69% |

Após o cálculo do coeficiente de determinação ($R^2=0,0886 \pm 0,144$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$), detetamos que apenas 8,86% da variabilidade é explicada pelo número de folhas dos rebentos analisados.

No terceiro fluxo de rebentação, 1020 folhas analisadas continham ninfas num total de 1324 observadas, correspondendo a 77,05% das folhas totais observadas (Tabela 17).

Tabela 17. Dados obtidos no terceiro fluxo de citrinos no bardo de citrinos.

| 3º Fluxo de Rebentação – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 0 - 5 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 6 - 10 | 11 | 95 | 2 | 18,18% | 16 | 16,84% |
| 11 - 15 | 18 | 247 | 14 | 77,78% | 154 | 62,35% |
| 16 - 20 | 51 | 982 | 46 | 90,20% | 850 | 86,56% |
| Total | 80 | 1324 | 62 | 77,50% | 1020 | 77,04% |

O coeficiente de determinação calculado com os dados obtidos no terceiro fluxo de rebentação foi de 68,140% ($R^2=0,6814 \pm 0,351$) para um nível de significância de 0,01 (sig=0,01). Com este valor podemos constatar que 68,14% da variabilidade pode ser justificada pelo número de folhas dos rebentos novos.

Após a conclusão das observações no bardo de citrinos, foram investigadas 1233 folhas com ninfas num total de 4406 folhas totais analisadas perfazendo um total de 27,98% das folhas com a presença de ninfas (Tabela 18).

Tabela 18. Dados obtidos no conjunto de observações no bardo de citrinos.

| Conjunto de Observações – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Bardo de Citrinos | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 1 - 5 | 24 | 106 | 0 | - | 0 | - |
| 6 - 10 | 212 | 1712 | 15 | 7,08% | 82 | 4,78% |
| 11 - 15 | 100 | 1275 | 21 | 21,00% | 218 | 17,10% |
| 16 - 20 | 69 | 1313 | 52 | 75,36% | 933 | 71,10% |
| Total | 405 | 4406 | 88 | 21,73% | 1233 | 27,98% |

Com a elaboração do gráfico 7, podemos verificar que no conjunto das observações no bardo de citrinos, os valores obtidos permitem detetar uma relação positiva entre as variáveis em estudo. Este resultado indica que, possivelmente, durante

os três fluxos de rebentação, o número de observações foi insuficiente para a determinação da relação entre as variáveis.

O coeficiente de determinação calculado para o conjunto de observações foi de 75,91% ($R^2=0,7591 \pm 0,263$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$). Este valor indica que 75% da variabilidade dos dados pode ser justificada pelo número de folhas do rebento. Com os resultados obtidos no software SPSS, o coeficiente de determinação foi de 63,70% ($R^2=0,637 \pm 0,263$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$), corroborando a relação positiva entre o número de folhas dos rebentos e o número de folhas com ninfas (Anexo 4).

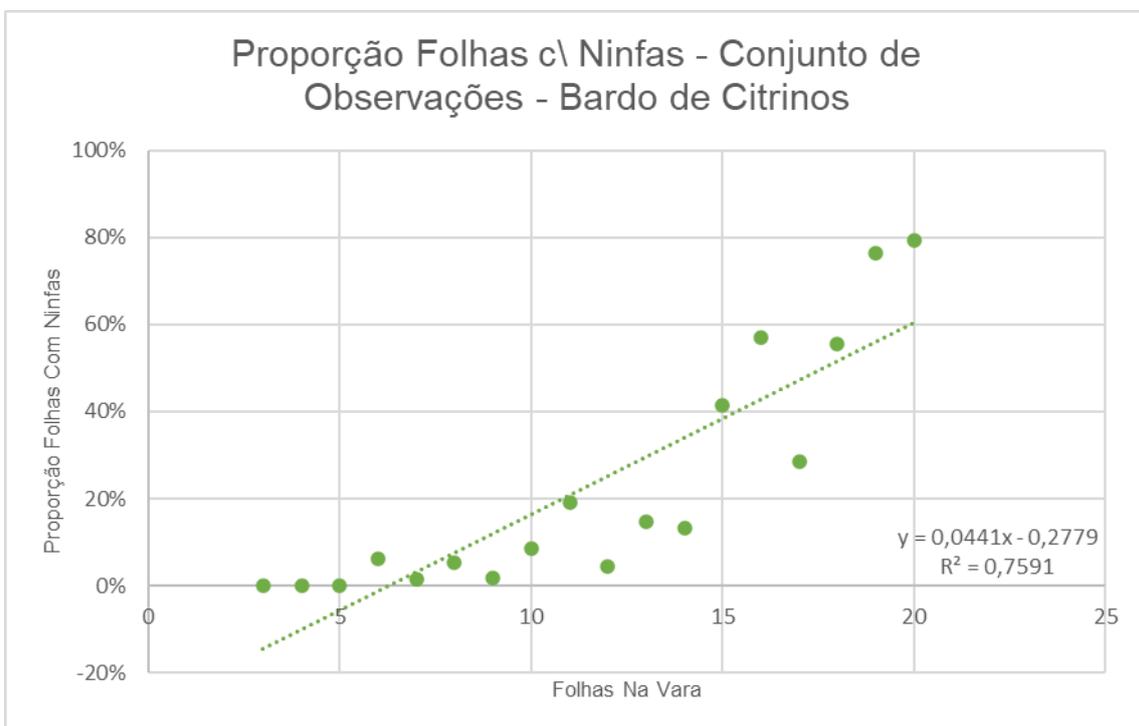


Gráfico 7. Proporção de folhas com ninfas no bardo de citrinos.

Com a análise do gráfico 8 podemos constatar que as folhas com ninfas se encontram em rebentos com um maior número de folhas, sendo que em média, os rebentos com ninfas apresentam 16 folhas ($\bar{X}=15,96$), enquanto que os rebentos novos sem ninfas têm em média oito folhas ($\bar{X}=8,20$).

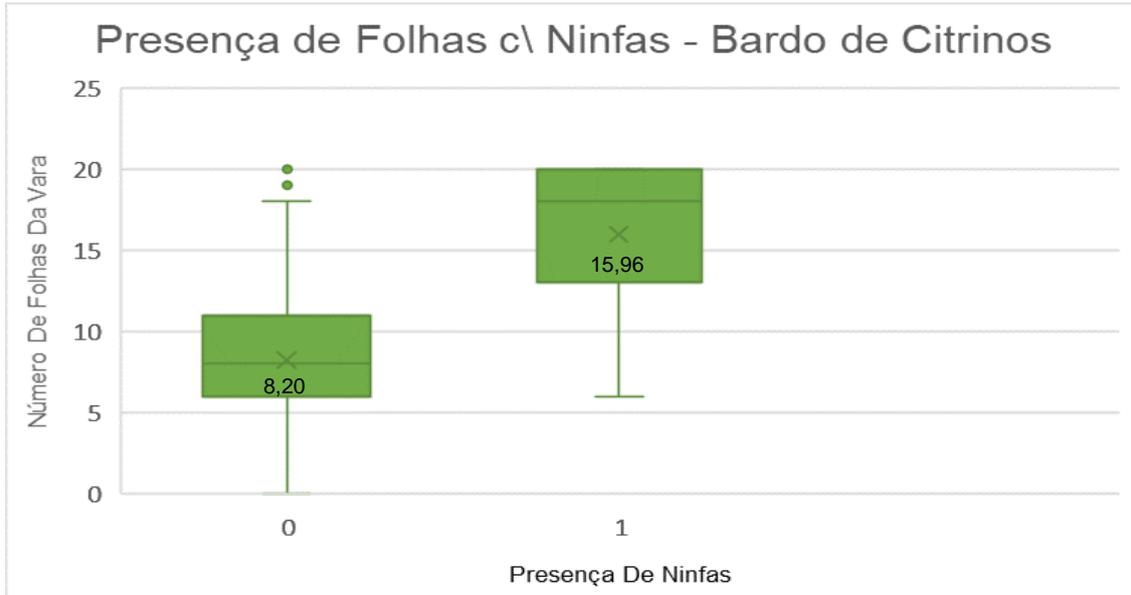


Gráfico 8. Posição de folhas com ninfas no ramo no bardo de citrinos.

Com a análise do gráfico 9, podemos constatar que as folhas que continham ovos e ninfas simultaneamente se situam em ramos com um maior número de folhas, em média 14 folhas ($\bar{X}=14,03$), enquanto que as folhas que não continham ninfas nem ovos situam-se em ramos com um menor número de folhas, em média oito folhas ($\bar{X}=7,80$).

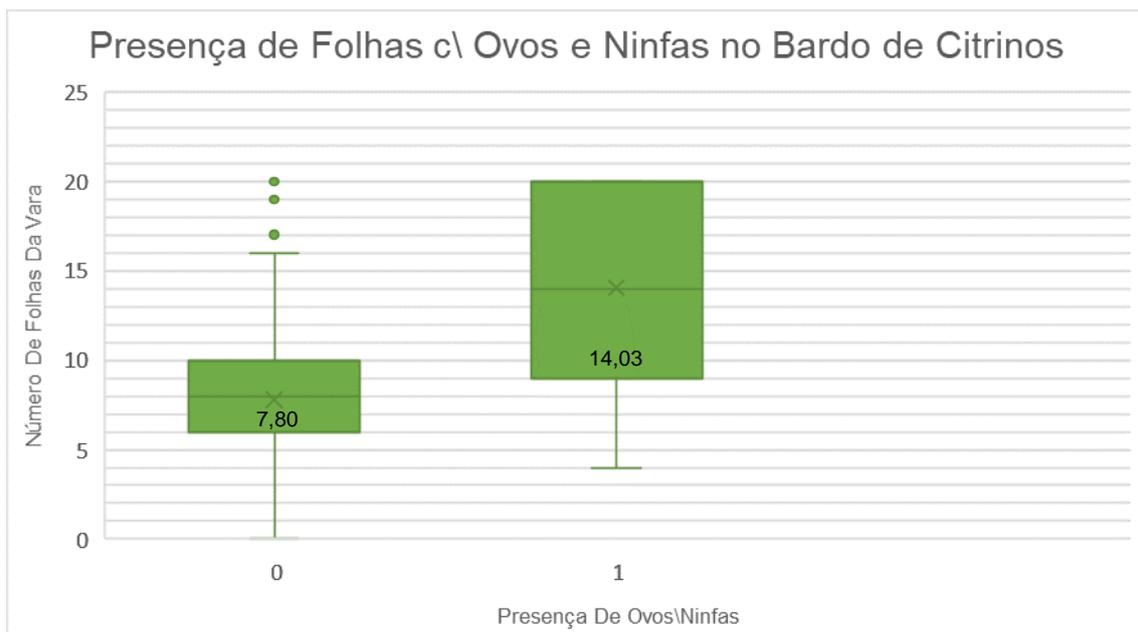


Gráfico 9. Posição de folhas com ovos e ninfas no ramo no bardo de citrinos.

Com a análise do gráfico 10, confirmamos que a presença de folhas com ninfas verificou-se em maior número em rebentos no estado vegetativo V4. Esse valor pode ser fruto das características das folhas, sobretudo do seu tamanho e rigidez. Segundo Cifuentes-Arenas (2018), a viabilidade das ninfas é influenciada pelo estado vegetativo dos rebentos. A viabilidade de ninfas nos estados vegetativos mais avançados V5-V6 é menor do que o verificado nos estados vegetativos V3-V4 (Cifuentes-Arenas et al., 2018). As ninfas em estados vegetativos mais avançados (V5-V6) movem-se mais rapidamente do que as ninfas em estados vegetativos mais precoces (V2-V3-V4). O maior endurecimento e rigidez das folhas velhas, onde os vasos vasculares encontram-se mais profundos leva a que as ninfas, com estiletes pequenos e fracos, preferem as folhas mais novas e tenras (Cifuentes-Arenas et al., 2018).

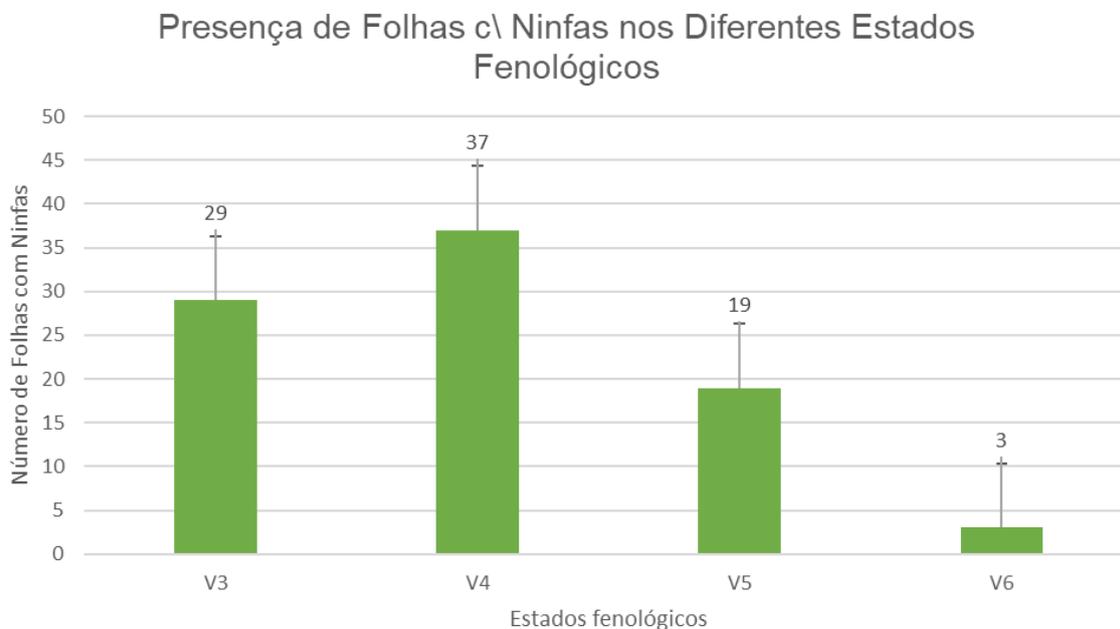


Gráfico 10. Presença de folhas com ninfas nos diferentes estados fenológicos.

Após a terminação das observações no bardo de citrinos e com a realização de uma tabela somatória dos valores obtidos (Tabela 19), constatamos que no terceiro fluxo de rebentação ocorreu um maior número de folhas com ninfas, com uma média próxima de 12 folhas ($\bar{X}=12,11$) com ninfas pelos rebentos analisados.

Tabela 19. Estatísticas ninfas no bardo de citrinos.

| Estatística Dados Bardo de Citrinos | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 1º Fluxo de Rebentação | 2º Fluxo de Rebentação | 3º Fluxo de Rebentação |
| Média | 0,011 | 1,163 | 12,107 |
| Mediana | 0 | 0 | 15 |
| Desvio Padrão | 0,103 | 3,501 | 8,385 |
| Mínimo | 0 | 0 | 0 |
| Máximo | 1 | 20 | 20 |

Com os dados obtidos no conjunto de observações no bardo de citrinos foi possível concluir, através do software SPSS, que os dados não seguem uma distribuição normal (Anexo 1). Para corroborar a afirmação, foi realizado o teste não paramétrico Kolmogorov - Smirnov uma vez que os resultados obtidos são mais robustos. Considerando a hipótese nula (H_0) a distribuição normal dos dados e a hipótese alternativa (H_1) a não distribuição normal dos dados, concluímos que com a realização do teste Kolmogorov – Smirnov existe evidências suficientes para a rejeição da hipótese nula ($\text{sig} < 0,05$), assumindo que os dados não seguem uma distribuição normal.

4.1.2.2. Limoeiros

Nos limoeiros, os exemplares presentes apresentaram ninfas nos diferentes períodos de rebentação. A maior disponibilidade de exemplares para análise e estabelecimento da praga em estudo, as suas características fenológicas e a sua posição no terreno são algumas das particularidades que podemos afirmar como responsáveis para a diferença entre os resultados obtidos entre o bardo de citrinos e os limoeiros.

No primeiro fluxo de rebentação, surgiram 427 folhas com ninfas num total 1568, perfazendo um total de 27,20% dos ramos com ninfas (Tabela 20). O coeficiente de determinação calculado foi de 27% ($R^2 = 0,272 \pm 0,296$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig} = 0,01$).

Tabela 20. Dados obtidos no primeiro fluxo de rebentação nos limoeiros.

| 1º Fluxo de Rebentação – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 1 - 5 | 58 | 248 | 26 | 44,83% | 94 | 37,90% |
| 6 - 10 | 137 | 1032 | 47 | 34,31% | 258 | 25,00% |
| 11 - 15 | 21 | 255 | 6 | 28,57% | 48 | 18,82% |
| 16 - 20 | 2 | 33 | 2 | 100,00% | 27 | 81,82% |
| Total | 218 | 1568 | 81 | 37,16% | 427 | 27,23% |

No segundo período de rebentação, o número de folhas com ninfas foi 1795 num total de 2810 analisadas perfazendo uma proporção de 63,88% das folhas com a presença de ninfas (Tabela 21).

Com os dados obtidos no segundo fluxo de rebentação, a determinação da relação entre as variáveis em estudo não é possível devido à significância dos dados obtidos. O coeficiente de determinação calculado foi de 9,49% ($R^2=0,0949 \pm 0,125$) para um nível de significância de 0,01 (sig=0,01).

Tabela 21. Dados obtidos no segundo fluxo de rebentação nos limoeiros.

| 2º Fluxo de Rebentação – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 1 - 5 | 47 | 211 | 31 | 65,96% | 130 | 61,61% |
| 6 - 10 | 158 | 1238 | 114 | 72,15% | 791 | 63,89% |
| 11 - 15 | 59 | 745 | 42 | 71,17% | 408 | 54,77% |
| 16 - 20 | 33 | 616 | 31 | 93,94% | 466 | 75,65% |
| Total | 297 | 2810 | 218 | 73,40% | 1795 | 63,88% |

No terceiro fluxo de rebentação, os dados obtidos (Tabela 22) indicam a presença de 405 folhas com ninfas num total de 3030 folhas analisadas. Com este valor podemos afirmar que aproximadamente 13,37% das folhas analisadas continuam ninfas de psila africana dos citrinos.

O coeficiente de determinação calculado foi de 31,53% ($R^2=0,3153 \pm 0,117$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$). Esta contradição, em relação aos dados obtido até ao momento, é fruto do número de observações realizadas e sobretudo das características dos rebentos novos analisados.

Tabela 22. Dados obtidos no terceiro fluxo de rebentação nos limoeiros.

| 3º Fluxo de Rebentação – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 1 - 5 | 32 | 135 | 8 | 25,00% | 25 | 18,52% |
| 6 - 10 | 115 | 918 | 28 | 24,35% | 202 | 22,00% |
| 11 - 15 | 92 | 1187 | 9 | 9,78% | 89 | 7,50% |
| 16 - 20 | 43 | 790 | 11 | 25,58% | 89 | 11,27% |
| Total | 282 | 3030 | 56 | 19,89% | 405 | 13,37% |

Os valores obtidos no terceiro fluxo de rebentação são oriundos da fase final do período de rebentação, no momento em que a maior quantidade de ninfas já deu origem a indivíduos adultos e não são possíveis a sua quantificação.

Após a conclusão das observações no conjunto de limoeiros e a análise conjunta dos dados, permite inferir que 35,46% das folhas analisadas continham ninfas de psila africana dos citrinos, num total de 2627 folhas infestadas num conjunto de 7408 folhas analisadas (Tabela 23).

Tabela 23. Dados obtidos no conjunto de observações nos limoeiros.

| Conjunto de Observações – Ninfas de Psila Africana dos Citrinos – Limoeiros | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº folhas totais | Nº varas c\ ninfas | Proporção varas c\ ninfas | Nº folhas c\ ninfas | Proporção folhas c\ ninfas |
| 1 - 5 | 137 | 594 | 65 | 47,45% | 249 | 41,92% |
| 6 - 10 | 410 | 3188 | 189 | 46,10% | 1251 | 39,24% |
| 11 - 15 | 172 | 2187 | 57 | 33,14% | 545 | 24,92% |
| 16 - 20 | 78 | 1439 | 44 | 56,41% | 582 | 40,44% |
| Total | 797 | 7408 | 355 | 44,54% | 2627 | 35,46% |

Com a análise do gráfico 11, podemos afirmar que com o conjunto de dados obtidos nos limoeiros não é possível determinar a existência de uma relação entre o

número de folhas com ninfas e o número de folhas do rebento. O coeficiente de determinação obtido no conjunto dos dados dos limoeiros foi de 0,05% ($R^2 = 0,0005 \pm 0,092$) para um nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$). Para corroborar a ideia foi realizado uma segunda análise estatística no software SPSS. Com os dados obtidos no conjunto de observações e através da utilização do software SPSS, foi possível determinar a presença de uma relação positiva entre o número de folhas dos rebentos e o número de folhas com ninfas. O coeficiente de Pearson calculado pelo software foi de 31,4% ($R^2=0,314 \pm 0,092$) para o nível de significância de 0,01 ($\text{sig}=0,01$) (Anexo 6).

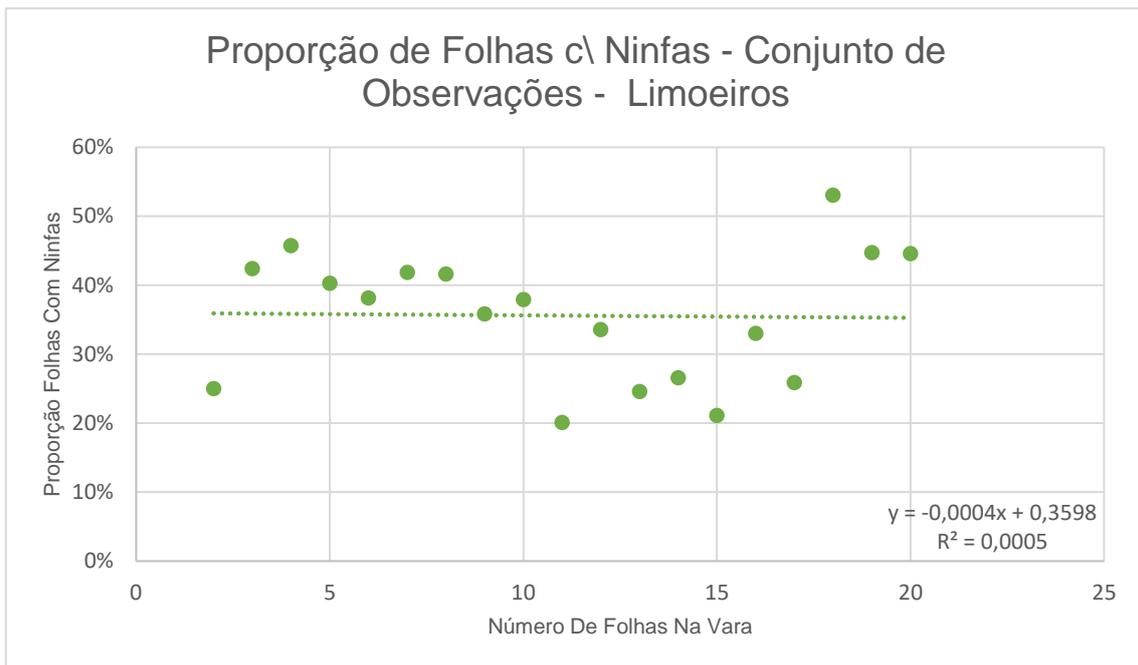


Gráfico 11. Proporções de folhas com ninfas nos limoeiros.

Os dados obtidos no conjunto das observações permitem afirmar que os dados não seguem uma distribuição normal. Foi realizado o teste de Kolmogorov – Smirnov no software SPSS, uma vez que os resultados são mais robustos para dados que presumidamente, não seguem uma distribuição normal. Considerando a hipótese nula (H_0) a distribuição normal dos dados e a hipótese alternativa (H_1) a não distribuição normal dos dados, concluímos que com a realização do teste Kolmogorov – Smirnov existe evidências suficientes para a rejeição da hipótese nula ($\text{sig}<0,05$), assumindo que os dados não seguem uma distribuição normal.

Com a análise do gráfico 12, podemos inferir que as folhas com ninfas estão em ramos com um maior número de folhas com uma média aproximada de nove folhas

($\bar{X}=9,29$) no rebento analisado. As folhas sem ninfas encontram-se em rebentos com menos folhas ($\bar{X}=8,99$). A diferença entre os valores médios das folhas dos rebentos novos com e sem ninfas é demasiada pequena para que possamos afirmar que a diferença seja significativa.

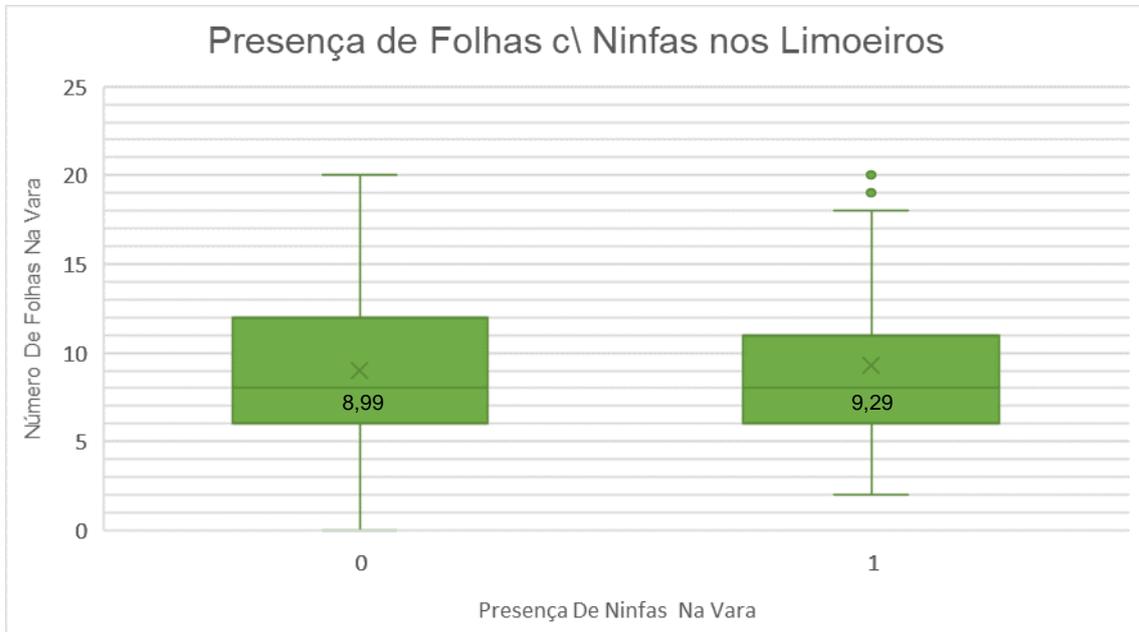


Gráfico 12. Presença de folhas com ninfas nos limoeiros.

Com a análise do gráfico 13, notamos que as folhas com ovos e ninfas simultaneamente encontram-se em ramos com maior número de folhas total. O número médio de folhas dos ramos com ovos e ninfas simultaneamente é de dez folhas ($\bar{X}=9,60$) enquanto que as folhas sem ovos ou ninfas encontram-se em ramos com oito folhas ($\bar{X}=8,33$).

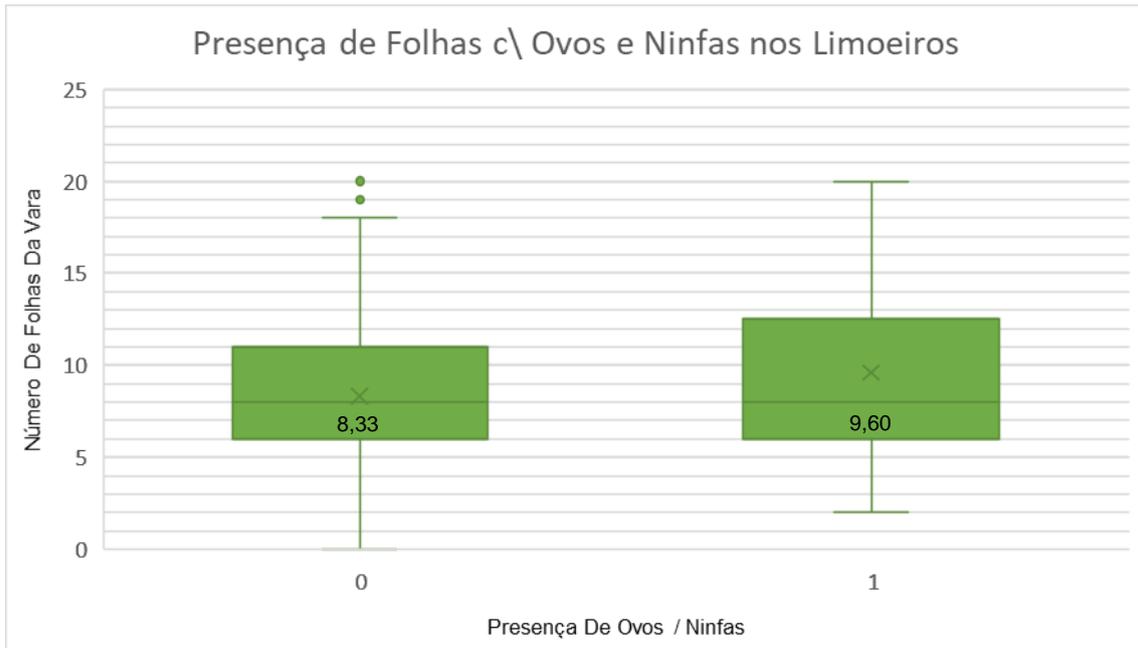


Gráfico 13. Presença de folhas com ovos e ninfas nos limoeiros.

Com a análise do gráfico 14, podemos afirmar que as folhas com ninfas nos limoeiros encontram-se maioritariamente em rebentos no estado vegetativo V4. Esse resultado deve-se às preferências da psila africana dos citrinos no momento da realização da postura dos ovos, sobretudo das características das folhas. Os dados vão de acordo com os obtidos no bardo de citrinos. As folhas mais jovens com tecidos mais moles é um fator preferencial no estabelecimento e desenvolvimento das ninfas da PAC. As alterações nutricionais são outro fator relevante para os dados obtidos (Cifuentes-Arenas et al., 2018). Como já dito anteriormente, o desenvolvimento do rebento e o seu estado vegetativo influênciam a viabilidade das ninfas.

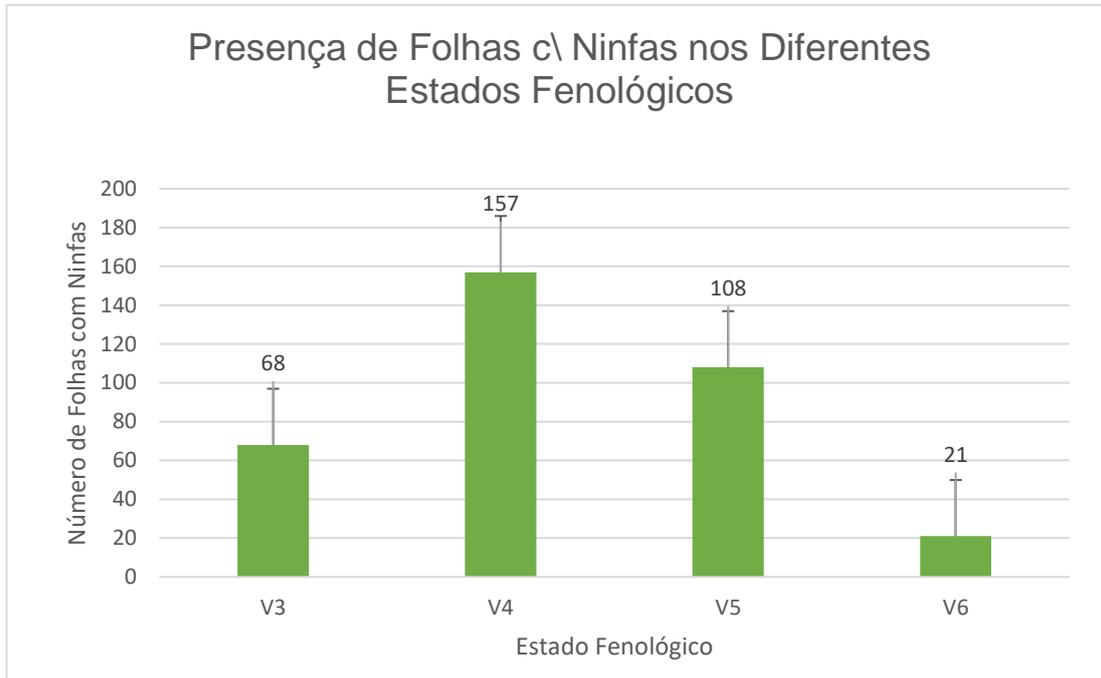


Gráfico 14. Presença de folhas com ninfas nos diferentes estados fenológicos.

Na tabela somatória dos dados obtidos nos limoeiros (Tabela 24) sobre as ninfas da psila africana dos citrinos, podemos constatar a presença de um maior número de folhas com ninfas no segundo fluxo de rebentação acompanhado (maio/junho).

Tabela 24. Estatísticas ninfas nos limoeiros.

| | Estatística Dados dos Limoeiros | | |
|----------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1º Fluxo de Rebentação | 2º Fluxo de Rebentação | 3º Fluxo de Rebentação |
| Média | 1, 873 | 5,983 | 1,426 |
| Mediana | 0 | 0 | 0 |
| Desvio Padrão | 3,004 | 5,195 | 3,335 |
| Mínimo | 0 | 0 | 0 |
| Máximo | 14 | 20 | 20 |

Após a conclusão das observações adquirimos a capacidade de responder às questões previamente estabelecidas. Em primeiro lugar, a presença de ninfas, igualmente ao que acontece nos ovos, ocorre nas folhas novas dos rebentos que se encontram em desenvolvimento. Com os dados obtidos, confirmamos que a presença

de folhas com ninfas ocorre em rebentos com um maior número de folhas. No entanto para corroborar esta conclusão será necessário realizar um maior número de observações. Por último, podemos afirmar que a severidade de ataque por parte das ninfas da psila africana dos citrinos depende do número de folhas do rebento.

4.1.3. Galhas da Psila Africana dos Citrinos

As galhas de psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytreae*, é o resultado do processo de alimentação das ninfas. As galhas são pequenas deformações nas folhas resultantes da injeção de toxinas por parte da ninfa durante o processo de alimentação. Corresponde à resposta da planta ao ataque da praga. Durante os períodos de observação foram observadas e registadas a presença de galhas nas folhas, o número de folhas com galhas e a distribuição das galhas ao longo do rebento pelos diferentes períodos de rebentação anteriores. As galhas dos citrinos observados eram muito distintas durante os períodos de observações. Ao longo desse tempo surgiam galhas bem detalhadas, de grande dimensão, associadas a estados vegetativos V5-V6, onde já não ocorria a presença de ovos nem de ninfas.

Por outro lado, em estados vegetativos mais precoces (V3-V4), onde ocorria a presença de bastantes ovos e ninfas, as galhas eram em menor número e de pequena dimensão que as tornariam quase impercetíveis ao olho humano.

Os dados obtidos encontram-se divididos em três fluxos de rebentação, F; F-1; F-2. O fluxo F refere-se ao fluxo de rebentação mais recente, o fluxo de rebentação que está em crescimento e desenvolvimento no momento da observação. Os dados de F-1 e F-2 correspondem a observações realizadas em folhas desenvolvidas em períodos de rebentação anteriores ao analisado e acompanhado no momento de observação mais recente (F). estes dados eram apenas retirados aquando a presença de rebentos novos (F) com poucas folhas que não permitia a análise das 20 folhas por rebento.

Conforme os ovos e as ninfas da PAC, o trabalho realizado pretendia determinar a posição das galhas ao longo do rebento analisado e a sua posição de acordo com o fluxo de rebentação presente nesse mesmo rebento. Como as galhas são resultado da presença de ninfas na folha, não foi pretendido a determinação de uma relação entre o número de folhas do ramo e o número de folhas com galhas.

4.1.3.1. Bardo de Citrinos

De acordo com as tabelas 25, 26 e 27, podemos afirmar que ocorreu a presença de galhas ao longo dos três períodos de rebentação analisados. Com a análise da tabela 25 e com o verificado nos dados anteriores em relação aos ovos e ninfas da PAC, não ocorreu a presença de galhas em folhas do primeiro fluxo de rebentação (fevereiro-março) no bardo de citrinos. No entanto, os ramos analisados no primeiro fluxo de rebentação (fevereiro-março), continham folhas com a presença de galhas formadas em períodos de rebentação anteriores (F-1; F-2).

Tabela 25. Dados obtidos no primeiro período de observação no bardo de citrinos.

| 1º Fluxo de Rebentação - Galhas Bardo de Citrinos | | | | | | |
|---|---------------------|------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| | Nº folhas c\ galhas | Nº folhas totais | Proporção folhas c\ galhas | Nº varas c\ galhas | Número varas total | Proporção varas c\ galhas |
| F | 5 | 1395 | 0% | 5 | 186 | 3% |
| F-1 | 332 | 1638 | 20% | 61 | 186 | 33% |
| F-2 | 9 | 31 | 29% | 2 | 186 | 1% |

Tabela 26. Dados obtidos no segundo período de observação no bardo de citrinos.

| 2º Fluxo de Rebentação - Galhas Bardo de Citrinos | | | | | | |
|---|---------------------|------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| | Nº folhas c\ galhas | Nº folhas totais | Proporção folhas c\ galhas | Nº varas c\ galhas | Número varas total | Proporção varas c\ galhas |
| F | 213 | 1687 | 13% | 30 | 184 | 16% |
| F-1 | 151 | 901 | 17% | 29 | 184 | 16% |
| F-2 | 10 | 57 | 18% | 1 | 184 | 1% |

Tabela 27. Dados obtidos no terceiro período de observação no bardo de citrinos.

| 3º Fluxo de Rebentação - Galhas Bardo de Citrinos | | | | | | |
|---|---------------------|------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| | Nº folhas c\ galhas | Nº folhas totais | Proporção folhas c\ galhas | Nº varas c\ galhas | Número varas total | Proporção varas c\ galhas |
| F | 1100 | 1324 | 83% | 69 | 84 | 82% |
| F-1 | 73 | 229 | 32% | 13 | 84 | 15% |
| F-2 | 1 | 11 | 9% | 1 | 84 | 1% |

Com a análise dos dados apresentados, verificamos que no fluxo de rebentação mais precoce, os rebentos novos analisados no terceiro fluxo de rebentação (setembro/outubro) foram aqueles que apresentaram mais folhas com galhas (1100).

4.1.3.2. Limoeiros

Nos limoeiros, devido aos exemplares presentes, a deteção de galhas nas folhas foi uma tarefa mais complicada do que nos citrinos instalados no bardo de citrinos. Devido à variedade instalada no conjunto de limoeiros (limoeiro Lisboa), os rebentos novos apresentavam uma coloração roxo – verde escuro, dificultando a deteção de galhas, apesar do elevado número de folhas com ovos e ninfas.

De acordo com a análise das tabelas 28, 29 e 30 verificamos que as folhas do fluxo (F) mais recente presentes no segundo período de rebentação (maio/junho) foram aquelas que continham um maior número de galhas. É de salientar que os rebentos analisados no primeiro período de rebentação foram aqueles que continham mais folhas com galhas nos fluxos de rebentação mais tardios, oriundos de períodos de rebentação mais antigos.

Tabela 28. Dados obtidos no primeiro período de rebentação nos limoeiros.

| 1º Fluxo de Rebentação - Galhas Limoeiros | | | | | | |
|---|---------------------|------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|
| | Nº folhas c\ galhas | Nº folhas totais | Proporção folhas c\ galhas | Nº varas c\ galhas | Número de varas total | Proporção varas c\ galhas |
| F | 427 | 1568 | 27% | 82 | 228 | 36% |
| F-1 | 638 | 2078 | 31% | 88 | 228 | 39% |
| F-2 | 12 | 47 | 26% | 3 | 228 | 1% |

Tabela 29. Dados obtidos no segundo período de rebentação nos limoeiros.

| 2º Fluxo de Rebentação - Galhas Limoeiros | | | | | | |
|---|---------------------|------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|
| | Nº folhas c\ galhas | Nº folhas totais | Proporção folhas c\ galhas | Nº varas c\ galhas | Número de varas total | Proporção varas c\ galhas |
| F | 1885 | 2810 | 67% | 238 | 300 | 79% |
| F-1 | 427 | 1203 | 35% | 71 | 300 | 24% |
| F-2 | 3 | 33 | 9% | 3 | 300 | 1% |

Tabela 30. Dados obtidos no terceiro período de rebentação nos limoeiros.

| 3º Fluxo de Rebentação - Galhas | | | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | Nº folhas c\ galhas | Nº folhas totais | Proporção folhas c\ galhas | Nº varas c\ galhas | Número de varas total | Proporção varas c\ galhas |
| F | 525 | 3030 | 17% | 68 | 284 | 24% |
| F-1 | 200 | 464 | 43% | 30 | 284 | 11% |
| F-2 | 0 | 8 | 0% | 0 | 284 | 0% |

Com os dados obtidos nos três períodos de rebentação analisados podemos afirmar que os citrinos presentes no Campus de Vairão são alvo de ataques de psila africana dos citrinos há algum tempo. A presença de folhas antigas com galhas indica que a praga está instalada na exploração há pelo menos dois anos. Podemos assim responder às questões previamente estabelecidas. Com a análise dos dados apresentados concluímos que a presença de folhas com galhas ocorreu nos três fluxos de rebentação em folhas da rebentação nova e folhas antigas oriundas de fluxos de rebentação anteriores.

4.1.4. Afídeos, Formigas, Lagarta Mineira e adultos de Psila

Durante os fluxos de rebentação analisados, foi detetado a presença de diversas pragas nos citrinos instalados na exploração. As pragas eram registadas com o intuito de complementar o trabalho de observação e verificar a incidência da população nos citrinos.

4.1.4.1. Bardo de Citrinos

No bardo de citrinos, devido ao baixo número de exemplares instalados e as condições edafo-climáticas durante o primeiro período de rebentação acompanhado (fevereiro/março) a presença de pragas era quase inexistente.

A presença de afídeos e formigas foi mais intensa durante o segundo e terceiro fluxo de rebentação. Nos rebentos analisados a presença de afídeos era maioritariamente acompanhada pela presença de formigas. De acordo com a bibliografia, existe uma relação simbiótica entre estas duas espécies. As formigas são atraídas pela melada excretada pelos afídeos enquanto que a presença de formigas protege os afídeos de quaisquer ataques por inimigos naturais da espécie. Em comparação aos dados obtidos nos limoeiros, a presença de afídeos foi maior no bardo de citrinos. Esta diferença deve-se não ao número de rebentos analisados, mas à estrutura das árvores existentes nos limoeiros que dificultava a análise de bastantes rebentos que se encontravam ou no interior das árvores ou em elevada altura.

Tabela 31. Dados obtidos no conjunto de observações no bardo de citrinos.

| Pragas dos Citrinos no Bardo de Citrinos | | | | | | | | | |
|---|-------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº de varas c/ afídeos | Proporção nº varas c/ afídeos | Nº de varas c/ adultos | Proporção nº varas c/ adultos | Nº de varas c/ formigas | Proporção nº varas c/ formigas | Nº de varas c/ lagarta mineira | Proporção nº varas c/ lagarta mineira |
| 1-5 | 24 | 5 | 20,83% | 2 | 8,33% | 3 | 12,50% | 0 | 0,00% |
| 6-10 | 212 | 18 | 8,49% | 17 | 8,09% | 14 | 6,60% | 5 | 2,36% |
| 11-15 | 100 | 15 | 15,00% | 6 | 6,00% | 13 | 13,00% | 4 | 4,00% |
| 16-20 | 69 | 12 | 17,39% | 22 | 31,88% | 7 | 10,14% | 29 | 42,03% |
| Total | 405 | 50 | 12,35% | 47 | 11,60% | 37 | 9,14% | 38 | 9,38% |

A presença de lagarta mineira dos citrinos (*P. citrella*) e de sintomas característicos da sua presença (galerias) apenas foi detetado no terceiro fluxo de rebentação acompanhado (setembro/outubro).

4.1.4.2. Limoeiros

Nos limoeiros, similarmente ao acontecido no bardo de citrinos, a presença de pragas foi mais intensa durante o segundo e terceiro fluxo de rebentação. Em comparação com os resultados obtidos no bardo de citrinos, a presença de adultos de

psila africana dos citrinos (112>47) e de lagarta mineira dos citrinos (*P. citrella*) (60>38) foi mais intensa nos exemplares instalados na bordadura do terreno.

Tabela 32. Dados obtidos no conjunto de observações nos limoeiros.

| Pragas dos Citrinos nos Limoeiros | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Conjunto de folhas | Nº de varas | Nº de varas c\ afídeos | Proporção nº varas c\ afídeos | Nº de varas c\ adultos | Proporção nº varas c\ adultos | Nº de varas c\ formigas | Proporção nº varas c\ formigas | Nº de varas c\ lagarta mineira | Proporção nº varas c\ lagarta mineira |
| 1-5 | 137 | 4 | 2,92% | 3 | 2,19% | 1 | 0,73% | 5 | 3,65% |
| 6-10 | 410 | 20 | 4,88% | 77 | 18,78% | 8 | 1,95% | 21 | 5,12% |
| 11-15 | 172 | 16 | 9,30% | 22 | 12,79% | 7 | 4,07% | 19 | 11,05% |
| 16-20 | 78 | 9 | 11,54% | 10 | 12,82% | 6 | 7,69% | 15 | 19,23% |
| Total | 797 | 49 | 6,15% | 112 | 14,05% | 22 | 2,76% | 60 | 4,77% |

5. Conclusões

Neste trabalho foi possível analisar e verificar a influência das características fenológicas dos citrinos no desenvolvimento da psila africana dos citrinos (PAC), *T. erytreae* em todos os seus estados de desenvolvimento. Com a conclusão deste trabalho adquirimos dados suficientes para responder as questões previamente estabelecidas.

Em relação aos ovos da psila africana dos citrinos podemos concluir que estes encontram-se, exclusivamente, presentes nas folhas mais jovens dos rebentos novos dos citrinos. Esta informação vem corroborar a bibliografia consultada para a execução deste trabalho. Com os dados obtidos podemos confirmar ainda a existência de uma correlação entre o número de folhas dos rebentos novos e o número de folhas com ovos de PAC. Do ponto de vista biológico, a informação faz todo o sentido, uma vez que esse acontecimento é previsível e foi confirmado com este trabalho.

Similarmente ao sucedido nos ovos da psila africana (PAC) dos citrinos, foi possível responder às questões previamente estabelecidas para as ninfas da PAC. Foi confirmado com a realização deste trabalho que a presença de ninfas de PAC encontra-se exclusivamente nos rebentos novos dos citrinos. Foi possível detetar uma correlação positiva entre o número de folhas do rebento e o número de folhas com a presença de ninfas. Igualmente aos ovos de psila africana dos citrinos, esta informação tem todo o sentido, visto que, a maior disponibilidade de locais de postura de ovos e desenvolvimento das ninfas aumentará o número de locais onde esta é detetada. Com a confirmação da correlação existente entre as variáveis podemos afirmar que a severidade de ataque das ninfas no rebento é influenciada pelo número de folhas presentes nesse rebento e pela sua posição no ramo.

Em relação as galhas nas folhas, com a realização deste trabalho foi possível confirmar a sua presença nos diferentes fluxos de rebentação. É possível confirmar a permanência de folhas com galhas nos citrinos, formadas e desenvolvidas em fluxos de rebentação anteriores não acompanhados. Este dado permite criar um histórico de permanência e incidência da praga nos citrinos instalados na exploração. Num trabalho futuro seria benéfico realizar a observação da rebentação antiga dos exemplares analisados de modo a poder determinar a incidência do ataque da praga naquele local e correlacionar com os dados obtidos.

Apesar de inicialmente estar delineado um estudo sobre a lagarta mineira dos citrinos similar ao realizado para a psila africana dos citrinos, a deteção e a presença da praga apenas no terceiro fluxo de rebentação dificultou e impossibilitou a sua realização, limitando a sua sinalização apenas à presença ou não no rebento analisado.

No entanto, para corroborar as conclusões deste trabalho e obter informações mais efetivas sobre as preferências e o desenvolvimento da psila africana dos citrinos seria necessário acompanhar um maior número de fluxos de rebentação dos citrinos e, se possível, em locais distintos, visto que a incidência de ataque difere com as condições climatéricas do local e do momento de observação, como foi verificado com a realização deste trabalho. Como trabalho futuro seria benéfico modificar a metodologia adotada neste trabalho, com o registo e análise dos rebentos novos nos estados fenológicos V1 e V2, similarmente ao trabalho de Cifuentes-Arenas, de modo a corroborar os dados obtidos com a bibliografia existente. Seria benéfico aumentar o limite de folhas observadas nos rebentos novos de modo a observar o rebento novo por completo e realizar assim uma análise profunda.

6. Referências bibliográficas

Aguiar AA, Carvalho NM, 2019. Trioza Erytreae: Ciclo de Vida e Estragos em Árvores de Citrinos. *Agrotec* **30**.

Amaral JD, 1994. *Os Citrinos*. Lisboa: Clássica Editora.

Amaro P, 2005. *A Protecção Integrada*. Grafilipe-Cadaval: Grafilipe.

Carvalho JPD, 1986. *Introdução à entomologia agrícola*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Carvalho P, Aguiar A, 1997. *Pragas dos citrinos na Ilha da Madeira*. Instituto Nacional de Investigação Agrária, Estação Agronómica Nacional.

Cifuentes-Arenas JC, De Goes A, De Miranda MP, Beattie GaC, Lopes SA, 2018. Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. *PLOS ONE* **13**, e0190563.

Cocuzza G, Alberto U, Hernández-Suárez E, *et al.*, 2017. A review on Trioza erytreae (African citrus psyllid), now in mainland Europe, and its potential risk as vector of Huanglongbing (HLB) in citrus. *Journal of Pest Science* **90**, 1--17.

Davies OWRRG, 1977. *A General Textbook of Entomology*. England: Springer US.

Duarte A, 2017. A citricultura portuguesa. Desafios e ameaças. *Voz do Campo*, 42.

Fernandes JPDCSJE, 2000. *A Mineira dos Citrinos Phyllocnistis Citrella Stainton, 1856 (Lepidoptera - Phyllocnistidae)*. Direcção Regional de Agricultura do Algarve. Estação Agronómica Nacional.

Food, Agriculture Organization of the United N, 2020. *FAOSTAT statistical database*: [Rome] : FAO, c2020-.

Greve C, Redaelli LR, 2005. Distribuição espacial de imaturos de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera, Gracillariidae) nos brotos e nas folhas de laranjeiras, *Citrus sinensis* var. Valência, mantidas sob dois sistemas de cultivo. *Iheringia. Série Zoologia* **95**, 305-10.

Halbert SE, Manjunath KL, 2004. ASIAN CITRUS PSYLLIDS (STERNORRHYNCHA: PSYLLIDAE) AND GREENING DISEASE OF CITRUS: A LITERATURE REVIEW AND ASSESSMENT OF RISK IN FLORIDA. *Florida Entomologist* **87**, 330-53, 24.

Ine, 2019. Estatísticas Agrícolas 2018. In: Estatística IND, ed. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, 171. (1.)

Liu Y, Heying E, Tanumihardjo SA, 2012. History, Global Distribution, and Nutritional Importance of Citrus Fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety* **11**, 530--45.

Lopes RTESA, 2017. Psila Africana dos Citrinos, *Trioza erytreae* Del Guercio

In: Psila Africana Dos Citrinos TEDG, ed. *Psila Africana dos Citrinos, Trioza erytreae Del Guercio*. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, 2. (30.)

Meier U, 2001. *Growth stages of mono-and dicotyledonous plants*.

Munir S, He P, Wu Y, *et al.*, 2018. Huanglongbing Control: Perhaps the End of the Beginning. In., 192--204. (76.)

Neto DGONSS, 2002. *Entomologia Agrícola*. FEALQ.

Neves M, Marreiros A, Costa J, Rosa A, Tomás JC, Duarte A, 2020. *Património varietal de fruteiras da região do Algarve*.

Pérez-Rodríguez J, Krüger K, Pérez-Hedo M, Ruíz-Rivero O, Urbaneja A, Tena A, 2019. Classical biological control of the African citrus psyllid *Trioza erytreae*, a major threat to the European citrus industry. *Scientific Reports* **9**, 1--11.

R.Pérez-Ptero, Mansilla JP, Estal PD, 2015. Detecção de la psila africana de los cítricos, *Trioza erytreae* (Del Guercio,1918) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae). en la Península Ibérica. 4.

Siverio F, Marco-Noales E, Bertolini E, *et al.*, 2017. Survey of huanglongbing associated with 'Candidatus Liberibacter' species in Spain: analyses of citrus plants and *Trioza erytreae*. *Phytopathologia Mediterranea* **56**, 98-110.

7. Webgrafia

Cardoso, S. 2016. Citricultura: um setor com potencial em Portugal. Agronegócios. (online) Disponível em: <http://www.agronegocios.eu/noticias/citricultura-um-setor-com-potencial-em-portugal/>. Consultado em: 27/08/2020.

Carmo Martins, M. 2017. *Trioza erytreae*: Psila africana dos citrinos. Agronegócios. (online) Publicado em 09/08/2017. Disponível em: <http://www.agronegocios.eu/noticias/trioza-erytrea-psila-africana-dos-citrinos/> Consultado em 06/07/2020.

COTHN, 2011. Proteção de Culturas, Limão, Afídeos. COTHN – Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional. (online) Publicado em: 05/08/2011. Disponível em: <https://infoagro.cothn.pt/portal/index.php?id=2000>. Consultado em: 30/09/2020.

Flores, 2014. Toranja. Disponível em: <https://www.flores.ninja/toranja/> Consultado em 24/08/2020.

Flores, 2014. Kumquat. Disponível em: <https://www.flores.ninja/kumquat/>. Consultado em 24/08/2020.

Jardim Botânico da UTAD, 2004. Flora Digital de Portugal (online). Disponível em <https://jb.utad.pt/flora>. Consultado em 30/09/2020.

Lifecooler, 2016. Citrinos do Algarve – IGP. Disponível em: <https://lifecooler.com/artigo/atividades/citrinos-do-algarve-igp>. Consultado em 20/08/2020.

Norton, H. 2020. Os Principais Países Produtores de Citrinos do Mundo. Ripleybelieves, (online). Disponível em: <https://pt.ripleybelieves.com/world-s-top-citrus-producing-countries-4519>. Consultado em: 27/08/2020

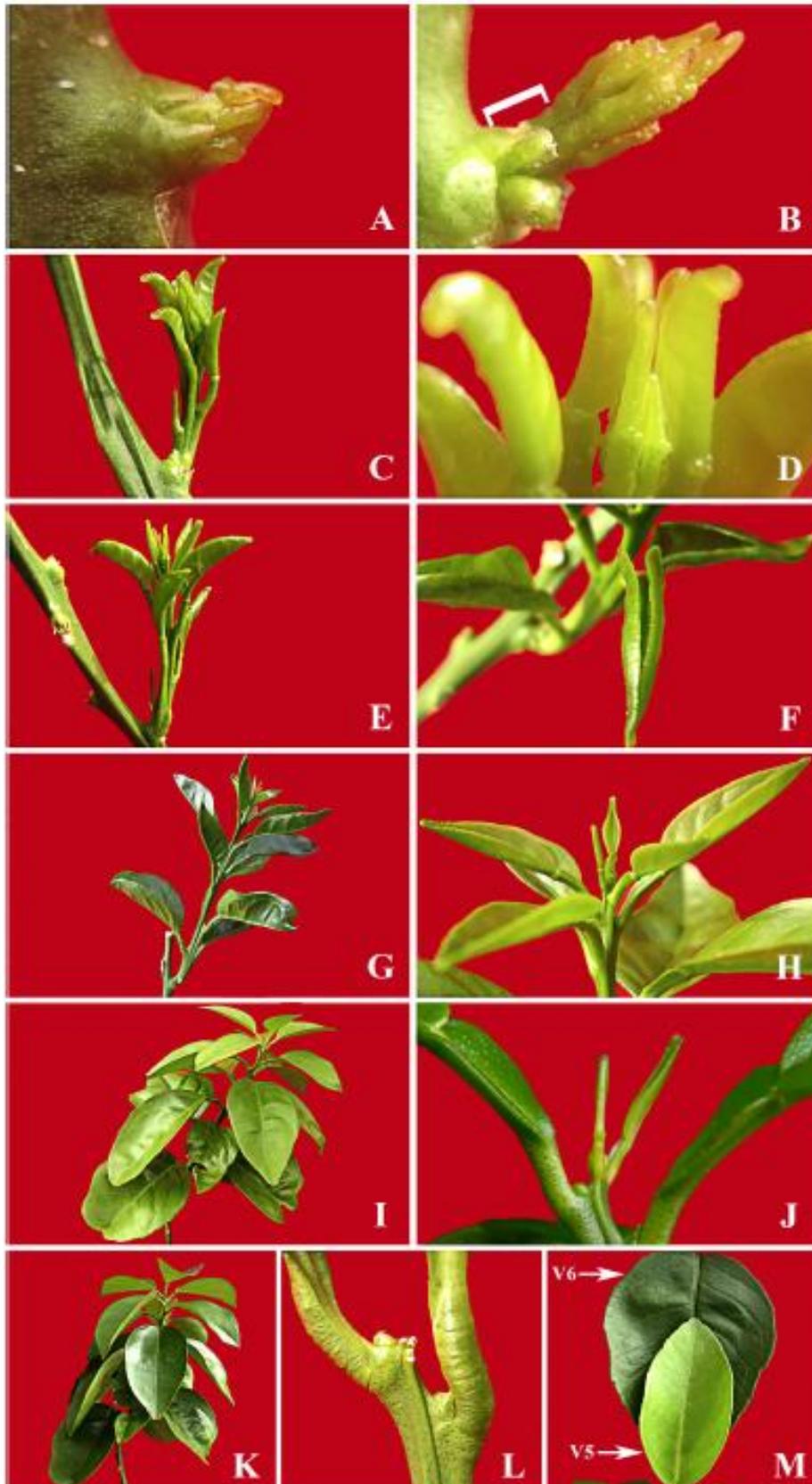
Rau, P. 2020. Método Biológico: Cultura da Toranjeira. Revista Jardins. Disponível em: <https://revistajardins.pt/metodo-biologico-cultura-da-toranjeira/>. Consultado em 24/08/2020

Sativa, 2020. Citrinos do Algarve. Disponível em: <https://www.sativa.pt/produtos-tradicionais/citrinos-do-algarve/>. Consultado em 20/08/2020.

8. Anexos

| DATA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|-----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|--|--|
| ARVORE | VARA | REB | E.F. | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 | F14 | F15 | F16 | F17 | F18 | F19 | F20 | OBSERVAÇÕES | | |
| | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 1. Tabela de observação.



Anexo 2. Estados fenológicos dos citrinos baseados no trabalho de Cifuentes-Arenas (2018).

Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

| | | 1º Fluxo | 2º Fluxo | 3º Fluxo |
|-----------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| N | | 186 | 184 | 84 |
| Parâmetros normais ^{a,b} | Média | ,0054 | 1,9022 | 7,3690 |
| | Desvio Padrão | ,07332 | 3,17111 | 6,81207 |
| Diferenças Mais Extremas | Absoluto | ,524 | ,394 | ,217 |
| | Positivo | ,524 | ,394 | ,217 |
| | Negativo | -,471 | -,274 | -,140 |
| Estatística do teste | | ,524 | ,394 | ,217 |
| Significância Sig. (bilateral) | | ,000 ^c | ,000 ^c | ,000 ^c |
| Sig exata (bilateral) | | ,000 | ,000 | ,001 |
| Probabilidade de ponto | | ,000 | ,000 | ,000 |

- a. A distribuição do teste é Normal.
 b. Calculado dos dados.
 c. Correção de Significância de Lilliefors.

Anexo 3. Teste normalidade ovos e ninfas da psila africana no bardo de citrinos.

Correlações

| | | Folhas Rebento | Folhas c/ovo | Folhas c/ninfas |
|---------------------|-----------------------|----------------|--------------|-----------------|
| Folhas dos Rebentos | Correlação de Pearson | 1 | ,543** | ,637** |
| | Sig. (2 extremidades) | | ,000 | ,000 |
| | N | 454 | 454 | 454 |
| Folhas c/ovos | Correlação de Pearson | ,543** | 1 | ,668** |
| | Sig. (2 extremidades) | ,000 | | ,000 |
| | N | 454 | 454 | 454 |
| Folhas c/ninfas | Correlação de Pearson | ,637** | ,668** | 1 |
| | Sig. (2 extremidades) | ,000 | ,000 | |
| | N | 454 | 454 | 454 |

** A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Anexo 4. Correlação entre variáveis no bardo de citrinos.

Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

| | | Folhas Rebento | Folhas c/ovos | Folhas c/ninfas |
|-----------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| N | | 812 | 812 | 812 |
| Parâmetros normais ^{a,b} | Média | 9,1232 | 2,2660 | 3,2352 |
| | Desvio Padrão | 4,37622 | 3,52699 | 4,56898 |
| | | | | |
| Diferenças Mais Extremas | Absoluto | ,133 | ,322 | ,323 |
| | Positivo | ,133 | ,322 | ,323 |
| | Negativo | -,075 | -,260 | -,239 |
| Estatística do teste | | ,133 | ,322 | ,323 |
| Significância Sig. (bilateral) | | ,000 ^c | ,000 ^c | ,000 ^c |

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

c. Correção de Significância de Lilliefors.

Anexo 5. Teste normalidade dados ovos e ninfas da psila africana dos citrinos no conjunto de limoeiros.

Correlações

| | | Folhas rebentos | Folhas c/ovos | Folhas c/ninfas |
|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Folhas rebentos | Correlação de Pearson | 1 | ,448** | ,314** |
| | Sig. (2 extremidades) | | ,000 | ,000 |
| | N | 812 | 812 | 812 |
| Folhas c/ovos | Correlação de Pearson | ,448** | 1 | ,443** |
| | Sig. (2 extremidades) | ,000 | | ,000 |
| | N | 812 | 812 | 812 |
| Folhas c/ninfas | Correlação de Pearson | ,314** | ,443** | 1 |
| | Sig. (2 extremidades) | ,000 | ,000 | |
| | N | 812 | 812 | 812 |

** A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Anexo 6. Correlação entre variáveis no conjunto de limoeiros.