

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Ácaros e Insetos Associados a Diferentes Variedades
de Lúpulo em Quatro Municípios do Estado do Rio
de Janeiro**

Patricia Santos de Castro Fernandez

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA**

**ÁCAROS E INSETOS ASSOCIADOS A DIFERENTES VARIEDADES
DE LÚPULO EM QUATRO MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO**

PATRICIA SANTOS DE CASTRO FERNANDEZ

Sob a Orientação da Professora
Dr^a. Elen de Lima Aguiar Menezes

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestra em Agricultura
Orgânica**, no Programa de Pós-
Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Agosto de 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F363

Fernandez, Patricia Santos de Castro, 1967-
Ácaros e Insetos Associados a Diferentes
Variedades de Lúpulo em Quatro Municípios do Estado do
Rio de Janeiro / Patricia Santos de Castro Fernandez.
- Rio de Janeiro, 2020.
117 f.

Orientadora: Elen de Lima Aguiar Menezes.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica, 2020.

1. Humulus lupulus. 2. ácaro fitófago. 3. inseto
fitófago. 4. insetos predadores. 5. interação inseto
planta. I. Menezes, Elen de Lima Aguiar, 1967-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Agricultura
Orgânica III. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

PATRICIA SANTOS DE CASTRO FERNANDEZ

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/08/2020.

Elen de Lima Aguiar Menezes
Dr.^a. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
(Orientador, Presidente da banca)

André Luis Santos Resende
Dr. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
(Membro Titular)

Walter José Rodrigues Matrangolo
Dr. Embrapa Milho e Sorgo
(Membro Titular)

AGRADECIMENTOS

Primeiro, meu agradecimento à Deus, por cada momento de vida concedido! Sem Ele, já haveria sucumbido.

Ao colega Paulo César Soares, (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro, Emater-Rio), Supervisor Regional na ocasião que ingressei no curso, por permitir e incentivar a realização desse trabalho.

Ao Supervisor Regional da Emater-Rio, Everton Lessa, por permitir que eu desse continuidade a este trabalho, e também à Benito Igreja Junior, colega da Emater-Rio, pelo apoio.

A Eng^a Agrônoma Monique Lopes Pereira da Silva (Emater-Rio, Teresópolis, RJ) pelo incentivo inicial para condução da pesquisa com artropodofauna do lúpulo na região serrana fluminense, incluindo seu apoio para que parte desse trabalho fosse conduzido em Cachoeiras de Macacu, RJ.

Ao Eng. Agrônomo Alexandre Jacintho Teixeira, da Emater-Rio, Gerente Regional de Nova Friburgo, pelos contatos com os produtores de lúpulo dos municípios de Nova Friburgo e Cordeiro, RJ, e pelo apoio irrestrito e companhia agradabilíssima nas visitas às propriedades de lúpulo onde parte desse trabalho foi conduzido.

Ao Pedro Miller Rangel Mangueira Frade, graduando em Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), e Vinicius José Fernandes, doutorando do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRRJ, pela ajuda na coleta de material em campo.

Ao Prof. Carlos Alberto Bucher (Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia - IA, UFRRJ) por permitir a coleta de exemplares da artropodofauna associadas às mudas de lúpulo mantidas pelo mesmo na casa de vegetação do Departamento de Solos, IA, UFRRJ.

Aos produtores Carlos Alberto Lopes Pereira (Fazenda Sertão, Cachoeiras de Macacu, RJ), Moema Pombo Celles Cordeiro (Viveiro de Lúpulo Paulo Cordeiro, Amparo, Nova Friburgo, RJ) e Vinício Salles Monnerat (Fazenda Bonsucesso, Cordeiro, RJ) por disponibilizar seus cultivos de lúpulo para condução da pesquisa, sem os quais esse trabalho não seria possível!

À Dr^a Denise Navia Magalhães Ferreira (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF) pela identificação do ácaro rajado, ao Prof. Adriano Cavalleri (Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS) pela identificação dos tripses, ao Prof. Aurino Florencio de Lima (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Entomologia e Fitopatologia, Seropédica, RJ) pela identificação das moscas brancas, e ao Dr. Vitor Osmar Becker (Instituto Uiraçu, Camacan, BA) pela identificação dos lepidópteros.

À Dr^a Janaína Ribeiro Costa Rouws (Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ) pela valiosíssima colaboração na condução da análise estatística e por toda consideração!

Aos professores do PPGA, pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados, e aos novos amigos e colegas que fiz durante o curso.

Sobretudo, à professora, minha querida amiga de graduação e hoje minha orientadora, Dr^a Elen de Lima Aguiar Menezes (UFRRJ, Seropédica, RJ), pela oportunidade, apoio, carisma, amizade, compartilhar o dia-dia das coletas de dados e, principalmente, por acreditar em mim e confiar no meu trabalho.

À Bárbara Brant Moura, minha querida amiga e colega da Emater-Rio (Seropédica, RJ), e ao também colega de trabalho Erich Quintella e Silva, pela convivência e carinho.

À minha tia Selma e ao meu tio Celinho, pelo carinho e acolhida em sua casa em Nova Friburgo, que me deu abrigo nas coletas de dados para esse trabalho.

Aos meus queridos e amados pais Neuza e Flávio, razões da minha vida e que estarão sempre vivos em minha memória.

Aos meus queridos irmãos, Fábio Santos de Castro, Ana Cristina Santos de Castro, e a minha cunhada Alicia Cristina Santos de Castro, por fazerem parte da minha vida e enchê-la de alegria.

À Marinez Alvez Fernandez, minha querida e amada sogra, e que sempre me auxiliou preparando aquele café e lanche gostoso para levarmos para coletas de campo.

E, em especial, ao meu querido e amado marido, Carlos Ricardo Alves Fernandez, o meu Kaká, por estar sempre presente ao meu lado, me apoiando e incentivando ao longo da conquista dessa jornada.

Muito grata a todos!

RESUMO GERAL

FERNANDEZ, Patricia Santos de Castro. **Ácaros e insetos associados a diferentes variedades de lúpulo em quatro municípios do estado do Rio de Janeiro**. 2020. 117p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

No estado do Rio de Janeiro, o lúpulo (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) vem ganhando espaço em municípios da região serrana. Todavia, problemas fitossanitários nessa cultura já vêm sendo detectados, mas poucos registros de pragas dessa cultura no Brasil foram encontrados na literatura. Contudo, espécies pragas-chaves do lúpulo em outros países são conhecidas. Esse estudo teve os seguintes objetivos: (1) identificar as espécies da artropodofauna fitófaga associadas às folhas de *H. lupulus* e possíveis insetos predadores, em mudas ou plantas adultas em Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica, RJ e (2) avaliar os níveis de infestação do artrópode que infesta mais comumente as folhas de variedades de lúpulo nos plantios comerciais em Cordeiro e Nova Friburgo, além de identificar possíveis insetos predadores. Inspeções fitossanitárias foram feitas nas plantas de lúpulo de 03/julho/2019 a 21/janeiro/2020, quando folhas foram coletadas para identificação de artrópodes no laboratório, onde fases imaturas de insetos encontradas foram criadas para obter adulto para identificação e dados biológicos. Os resultados obtidos mostram que o lúpulo serviu de planta hospedeira de artrópodes fitófagos das classes Arachnida e Insecta, e que algumas dessas espécies fitófagas estão associadas com insetos predadores. O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) infestou as cinco variedades de lúpulo avaliadas (Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria) em ambos os locais, mas não houve diferença nos seus níveis de infestação entre as variedades, mas a infestação foi mais elevada em Nova Friburgo do que em Cordeiro. Os insetos predadores do ácaro rajado identificados foram os tripes do gênero *Scolothrips* (Thysanoptera: Thripidae) e joaninhas do gênero *Stethorus* (Coleoptera: Coccinellidae). *Frankliniella gemina* (Thysanoptera: Thripidae) foi outra espécie de tripes identificada, mas possui hábito fitófago, sendo pouco frequente e ocorrendo em número muito reduzido. O lúpulo é registrado pela primeira vez como planta hospedeira da cigarrinha-das-fruteiras, *Aetalion reticulatum* (Hemiptera: Aetalionidae) no Brasil, ampliando a série hospedeira dessa cigarrinha. Observou-se ainda a interação de agregações de *A. reticulatum* com *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae). *Trialeurodes vaporariorum* é registrada pela primeira vez infestando folhas de lúpulo (variedades Hallertau e Saaz) no Brasil. Este é o primeiro registro de lúpulo como planta hospedeira de outras 14 espécies de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) das subfamílias Aleurodicinae e Aleyrodinae distribuídas entre nove variedades de lúpulo inspecionadas (Brazylinsk, Cascade, Chinook, Columbus, Hallertau, Nugget, Saaz, Spalt e Victoria). O lúpulo é também registrado pela primeira vez como planta hospedeira de larvas de três espécies de Lepidoptera (Noctuidae, Noctuinae): *Elaphria agrotina*, *Spodoptera dolichos* e *Spodoptera eridania*, as quais foram capazes de se alimentar de folhas de lúpulo, sendo que essa última foi predada por larva de *Ceraeochrysa cornuta* (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de campo. Conclui-se que *T. urticae* e *T. vaporariorum* foram as únicas espécies fitófagas de ocorrência comum em outros países associadas ao lúpulo, sendo que a primeira é mais frequentemente encontrada nos plantios comerciais de lúpulo em Nova Friburgo e Cordeiro.

Palavras-chaves: *Humulus lupulus*, ácaro fitófago, inseto fitófago, insetos predadores, interação inseto-planta, relação tri-trófica.

GENERAL ABSTRACT

FERNANDEZ, Patricia Santos de Castro. **Mites and insects associate with different varieties of hop in four municipalities of Rio de Janeiro states.** 2020. 117p. Dissertation (Professional Master in Organic Agriculture). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

In the state of Rio de Janeiro, the hops (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) has been gaining spaces in municipalities in the mountainous region. However, phytosanitary problems in this culture have already been detected, but few records of pests of this culture in Brazil have been found in the literature. However, key pest species of hops in other countries are known. This study had the following objectives: (1) to identify the species of phytophagous arthropodofauna associated with the leaves of *H. lupulus* and possible predatory insects, in seedlings or adult plants in Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo and Seropédica, RJ and (2) evaluate the levels of infestation of the arthropod that most commonly infests the leaves of hop varieties in commercial plantations in Cordeiro and Nova Friburgo, in addition to identifying possible predatory insects. Phytosanitary inspections were carried out on hop plants from 03/July/2019 to 21/January/2020, when leaves were collected for identification of arthropods in the laboratory, where immature stages of insects found were reared to obtain adult for identification and biological data. The results obtained show that the hops served as a host plant for phytophagous arthropods of the classes Arachnida and Insecta, and that some of these phytophagous species are associated with predatory insects. The twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) infested the five evaluated hops varieties (Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz and Victoria) in both locations, but there was no difference in their infestation levels among the varieties, but the infestation was higher in Nova Friburgo than in Cordeiro. The insect predators of the twospotted spider mite were thrips of the genus *Scolothrips* (Thysanoptera: Thripidae) and ladybeetles of the genus *Stethorus* (Coleoptera: Coccinellidae). *Frankliniella gemina* (Thysanoptera: Thripidae) was another species of thrips identified, but has a phytophagous habit, being infrequent and occurring in a very small number. Hops are registered for the first time as a host plant for leafhopper, *Aetalion reticulatum* (Hemiptera: Aetalionidae) in Brazil, expanding the host series of this leafhopper. It was also observed the interaction of aggregations of *A. reticulatum* with *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae). *Trialeurodes vaporariorum* is recorded for the first time infesting hop leaves (Hallertau and Saaz varieties) in Brazil. This is the first hop record as a host plant for another 14 species of white flies from the subfamilies Aleurodicinae and Aleyrodinae distributed among nine inspected hop varieties (Brazylinsk, Cascade, Chinook, Columbus, Hallertau, Nugget, Saaz, Spalt and Victoria). Hops are also registered for the first time as a host plant for larvae of three species of Lepidoptera (Noctuidae, Noctuinae): *Elaphria agrotina*, *Spodoptera dolichos* and *Spodoptera eridania*, which were able to feed on hops leaves, the latter being predated by *Ceraeochrysa cornuta* larva (Neuroptera: Chrysopidae) in field conditions. It is concluded that *T. urticae* and *T. vaporariorum* were the only phytophagous species of common occurrence in other countries associated with hops, the first being more frequently found in commercial hop plantations in Nova Friburgo and Cordeiro.

Key words: *Humulus lupulus*, phytophagous mite, phytophagous insect, predator insects, plant-insect interaction, tritrophic relationship.

ÍNDICE DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Principais países produtores de lúpulo (países destacados com cor verde escuro apresentam maior produção em toneladas) (Fonte: https://www.atlasbig.com/en-us/countries-hops-production . Acesso em: 24/04/2020).....	4
Figura 2. <i>Tetranychus urticae</i> (ácaro rajado): A. duas fêmeas e um ovo, B. um macho. (Fonte: A. https://www.flickr.com/photos/sanmartin/4883543313/ , B. https://www.flickr.com/photos/sanmartin/4883547705/in/photostream/ . Acesso em: 24/04/2020)..	6
Figura 3. À esquerda, descoloração da folha de lúpulo causada pelo ácaro rajado (<i>Tetranychus urticae</i>), ao centro, seta vermelha indica a teia tecida pelo ácaro rajado em altas infestações na folha de lúpulo, e à direita, cones exibindo cor avermelhada devido à alimentação do ácaro rajado (Fonte: O'NEAL et al., 2015).....	7
Figura 4. Adulto da cigarrinha verde (<i>Empoasca fabae</i>). (Fonte: https://www.inaturalist.org/taxa/518476-Empoasca . Acesso em: 24/04/2020).....	8
Figura 5. Dano causado por <i>Empoasca fabae</i> em folha de lúpulo (Fonte: CALDERWOOD et al., 2015).....	9
Figura 6. Adultos e ninfas da forma áptera do pulgão do lúpulo (<i>Phorodon humuli</i>). (Fonte: https://influentialpoints.com/Gallery/Phorodon_humuli_Damson-hop_aphid.htm . Acesso em: 24/04/2020).....	9
Figura 7. <i>Phorodon humuli</i> na base do cone de lúpulo e aparecimento de “fumagina” favorecida pela alimentação do pulgão (CALDERWOOD et al., 2015).....	10
Figura 8. Adulto de <i>Cetonia aurata</i> (à esquerda) (Fonte: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2521547) e adultos do besouro japonês, <i>Popillia japonica</i> (à direita) (Fonte: https://gd.eppo.int/media/data/taxon/P/POPIJA/pics/1024x0/3503.jpg).....	10
Figura 9. Dano causado pelo adulto de <i>Popillia japonica</i> em folha de lúpulo (Fonte: O'NEAL et al., 2015).....	11
Figura 10. Adulto de <i>Psylliodes punctulatus</i> em destaque (à esquerda) e adultos causando o rendilhamento da folha de lúpulo (à direita) (VOSTREL et al., 2010).....	11
Figura 11. Adulto de <i>Diabrotica undecimpunctata</i> (Foto: James Castner) em destaque à esquerda, e adulto (dentro do círculo vermelho) que desfolhou planta do gênero <i>Amaranthus</i> , à direita (Foto: Gerald Holmes). Fonte: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/VEG/BEAN/spotted_cucumber_beetle.htm	12
Figura 12. Figura 12. Adulto de <i>Diabrotica speciosa</i> (A) visão aproximada (Fonte: http://www.defesavegetal.net/diabsc . (B) Adultos sobre a haste (https://www.grupocultivar.com.br/artigos/exercito-do-mal).....	12
Figura 13. Adulto de <i>Otiorhynchus sulcatus</i> (Foto: Whitney Cranshaw). (Fonte: https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5573402).....	13
Figura 14. (A) Teias tecidas pelas lagartas de <i>Hyphantria cunea</i> em folha de lúpulo, (B) Planta de lúpulo infestada por <i>H. cunea</i> , com as folhas envolvidas por suas teias.....	14
Figura 15. (A) Lagarta de <i>Ostrinia nubilalis</i> dentro do ramo (haste) do lúpulo com dano necrótico no tecido, e (B) “Serragem” (fezes + fios de seda) resultante da alimentação da broca europeia do milho no ramo da planta de um plantio de lúpulo em Michigan (USA). Fotos: Erin Lizotte, extensão da Michigan State University (LIZOTTE, 2019).....	14
Figura 16. Plantio de lúpulo exibindo incapacidade de prosperar devido à infestação de broca europeia do milho em Michigan. Fonte: https://www.canr.msu.edu/news/pest-alert-european-corn-borer-in-michigan-hop	15

Figura 17. (A) Adultos de <i>Acromyrmex</i> forrageando uma planta de lúpulo (variedade Cascade) e (B) Desfolha de uma planta de lúpulo (variedade Cascade), às vezes total (indicada por setas vermelhas), causada por essa formiga cortadeira (Fotos: arquivo pessoal de E. L. Aguiar-Menezes, Cordeiro, RJ, 13/12/2019).....	15
Figura 18. Ninfa de 4º instar (“pupário”) de <i>Asterobemisia atraphaxius</i> (Fonte: SUH, 2019).....	16
Figura 19. Adultos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . (Fonte: http://www.senpolia.ro/pattern/2011/04/trialeurodes_vaporariorum.jpg).....	16
Figura 20. Ninfa de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . (Fonte: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45312763).....	16
Figura 21. Instares de <i>Bemisia tabaci</i> , biótipo B: (A) ovos, (B) ninfa de 1º instar, (C) ninfa de 3º instar, (D) ninfa de 4º instar (“pupário”), (E) vista do “pupário” mostrando a genitália da fêmea usada para identificação taxonômica, e (F) adultos (Fonte: International Potato Center (CIP) - https://cipotato.org/riskatlasforafrica/bemisia-tabaci/) (GAMARRA et al., 2016).....	17

CAPÍTULO I

Figura 1. Área de cultivo de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) monitorado na Fazenda Bonsucesso, município de Cordeiro, RJ, em 20/11/2019 (Foto: Patricia S. C. Fernandez).....	29
Figura 2. Área de cultivo de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) monitorado no distrito de Amparo, município de Nova Friburgo, em 21/01/2020 (Foto: Patricia S. C. Fernandez).....	30
Figura 3. Disposição das plantas de cinco variedades de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) na propriedade do município de Cordeiro, RJ.....	31
Figura 4. Desenho ilustrativo da disposição das plantas de doze variedades de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) cultivadas na propriedade do município de Nova Friburgo, RJ. BR = Brazylinsk, BU = Bullion, CA = Cascade, EG = East Kent Goldings, HA = Hallertau, LU = Lublin, NM = New México, NU = Nugget, SA = Saaz, ST = Spalt, TE = Tettninger e VI = Victoria. Os números correspondem a linha de plantio. Áreas em cinza correspondem às plantas ou áreas não monitoradas.....	31
Figura 5. (A) adultos do ácaro rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) sobre folha de lúpulo (estruturas arredondadas referem-se as glândulas foliares na face abaxial), e (B) folha de lúpulo (face abaxial) infestada por colônia do ácaro rajado, exibindo sintomatologia de ataque (amarelecimento do limbo foliar) (Fotos: Patricia S. C. Fernandez).....	33
Figura 6. Níveis médios de infestação de ovos (A) e ninfas + adultos (B) de <i>Tetranychus urticae</i> em cinco variedades de lúpulo nos municípios de Nova Friburgo e Cordeiro, RJ, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.....	34
Figura 7. Condições climáticas no município de Nova Friburgo durante o período de estudo (03/10/2019 a 21/01/2020. UR = umidade relativa do ar; TMMax = temperatura média máxima, TMMin = temperatura média mínima, UMMax = umidade relativa do ar média máxima, UMMIn = umidade relativa do ar média mínima, ChM = Chuva média). Fonte dos dados: INMET (2020).....	35
Figura 8. Níveis médios de infestação de ovos e ninfas + adultos de <i>Tetranychus urticae</i> em cinco variedades de lúpulo no município de Nova Friburgo nas seis datas de coleta, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.....	36

Figura 9. Níveis médios de infestação de ovos e ninfas + adultos de <i>Tetranychus urticae</i> em cinco variedades de lúpulo no município de Cordeiro nas seis datas de coleta, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.....	37
Figura 10. Níveis médios de infestação de ovos (barras tracejadas) e ninfas + adultos (barras cheias) de <i>Tetranychus urticae</i> em cinco variedades de lúpulo, de outubro de 2019 a janeiro de 2020, nos municípios de Nova Friburgo (A) e Cordeiro (B), RJ, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.....	38
Figura 11. (A) Ovos (1) e um adulto (2) do ácaro rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) e um adulto (3) da joaninha <i>Stethorus</i> sp. na superfície ventral de folha de lúpulo (Foto: Patricia S. C. Fernandez), (B) adulto de <i>Stethorus</i> sp. predando adulto do ácaro rajado (4) na superfície ventral de folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	39
Figura 12. Adultos de tripes predadores do ácaro rajado (<i>Tetranychus urticae</i>). (A) <i>Scolothrips sexmaculatus</i> , e (B) <i>Scolothrips pallidus</i> , na superfície ventral de folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>). (1) Glândula de lupulina na superfície ventral de folha de lúpulo. Fotos obtidas sob microscópio estereoscópio com aumento de 40x (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	40

CAPÍTULO II

Figura 1. Agregação de <i>Aetalion reticulatum</i> em interação com <i>Trigona spinipes</i> em <i>Humulus lupulus</i> (variedade Cascade). Cordeiro, RJ, Brasil (Foto: Patricia S. C. Fernandez).....	55
--	----

CAPÍTULO III

Figura 1. <i>Aleurodicus pulvinatus</i> infestando folhas de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) em Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. A - Folha de lúpulo da variedade Chinook infestada por adultos de <i>Aleurodicus pulvinatus</i> em 27/09/2019 (Autor: P.M.R.M.F). B - Folhas de lúpulo variedade Nugget infestada por ninfas de <i>A. pulvinatus</i> em 21/10/2019. C - Ninfas de <i>A. pulvinatus</i> na face abaxial da folha da variedade Cascade em 21/10/2019. D - Vista aproximada das ninfas de 4º instar ('pupários') de <i>A. pulvinatus</i> na face abaxial da folha da variedade Nugget (Autor: E.L.A.M.).....	69
--	----

CAPÍTULO V

Figura 1. Área de cultivo de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) monitorado na Fazenda Bonsucesso, município de Cordeiro, RJ, em 20/11/2019 (Foto: Patricia S. C. Fernandez).....	53
Figura 2. Disposição das plantas de cinco variedades de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) na propriedade do município de Cordeiro, RJ.....	53

CAPÍTULO IV

Figura 1. (A) Plantio de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) no Viveiro de Lúpulo Paulo Cordeiro, distrito de Amparo do município de Nova Friburgo, RJ. (B) Inspeção das folhas de lúpulo nessa área (Fotos: Patricia S. C. Fernandez).....	82
--	----

Figura 2. (A) Plantio de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>), variedade Cascade, na Fazenda Sertão, em Cachoeiras de Macacu, RJ (21/11/2019). (B) Vista aproximada da planta em início de desenvolvimento após poda (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	82
Figura 3. Mudanças de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) na casa de vegetação do Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ (FRADE, 2019).....	83
Figura 4. Lagartas agrupadas na face abaxial de uma folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Nugget no município de Nova Friburgo, RJ, em 17/10/2019. (A) visão de toda a folha mostrando as lagartas próximas ao local da postura e (B) visão aproximada das lagartas (Fotos: Patricia S. C. Fernandez).....	83
Figura 5. Lagartas na face abaxial de uma folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Hallertau em Nova Friburgo, RJ, em 20/11/2019. (A) visão de toda a folha, com as lagartas próximas ao local da postura e uma larva de crisopídeo (indicado por seta amarela), (B) visão mais aproximada da larva, (C) larva do crisopídeo em destaque (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	84
Figura 6. Lagarta coletada na face abaxial de uma folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Cascade em Cachoeiras de Macacu, RJ, em 21/11/2019. (A) Visão aproximada sob microscópio estereoscópico com aumento de 40x, (B) Mesma lagarta com 10 dias após sua coleta (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	84
Figura 7. (A) Lagarta coletada em folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Nugget no município de Seropédica, RJ, em 29/11/2019. (B) Casulo construído pela lagarta feito com fezes e fios de seda em vista aproximada sob microscópio estereoscópico com aumento de 40x (C) Casulo feito entre duas folhas de lúpulo. (D) Pupa no interior do casulo exibida após retirada parcial de uma das folhas de lúpulo (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	86
Figura 8. (A) Lagartas de segundo instar de <i>Spodoptera eridania</i> (Lepidoptera: Noctuidae) na face abaxial da folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Nugget; (B) Lagarta de <i>Spodoptera eridania</i> no 6º instar (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	87
Figura 9. Adulto de <i>Spodoptera eridania</i> (Lepidoptera: Noctuidae): morfotipo 1.....	87
Figura 10. Adulto de <i>Spodoptera eridania</i> (Lepidoptera: Noctuidae): morfotipo 2.....	88
Figura 11. Adulto de <i>Spodoptera eridania</i> (Lepidoptera: Noctuidae): morfotipo 3.....	88
Figura 12. Massa de ovos de <i>Spodoptera eridania</i> , coberta por escamas: (A) Ovos enegrecidos da primeira postura dos quais não houve eclosão de lagartas (foto tomada em 21/11/2019), (B) ovos recém-depositadas da segunda postura (em 17/11/2019), que tiveram 100% de viabilidade (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	89
Figura 13. Desfolha parcial de uma planta de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Nugget, causada por lagartas de <i>Spodoptera eridania</i> em Nova Friburgo, RJ. (A), (B) e (C) Diferentes níveis de desfolhamento (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	90
Figura 14. Folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Nugget coletada em Nova Friburgo, RJ em 17/10/2019 com parte do parênquima do limbo foliar consumido pelas lagartas de 1º instar <i>Spodoptera eridania</i> , que deixaram a epiderme da folha intacta. (A) Face abaxial e (B) Face adaxial (Foto: Elen de L. Aguiar Menezes).....	90
Figura 15. (A) Folha de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Nugget coletada em Nova Friburgo, RJ em 17/10/2019 com limbo foliar e algumas nervuras consumidos pelas lagartas de <i>Spodoptera eridania</i> . (B) Lagarta de 4º instar e (C) Lagarta do 5º instar (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	91
Figura 16. <i>Ceraeochrysa cornuta</i> (Neuroptera: Chrysopidae, Chrysopini): (A) larva carregando seu “lixo”, incluindo cápsula cefálica das lagartas (seta amarela), (B) Detalhe	

da cabeça da larva, (C) pupa, (D) adulto em vista dorsal, (E) vista dorsal da cabeça e tórax, (E) vista lateral da cabeça (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	92
Figura 17. Larva de <i>Ceraeochrysa cornuta</i> predando lagarta de <i>Spodoptera eridania</i> fora da folha (A) e sobre a folha (B) de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) da variedade Hallertau. Fotos tomadas sob microscópio estereoscópico com aumento de 40x (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	93
Figura 18. <i>Spodoptera dolichos</i> (Lepidoptera: Noctuidae): (A) lagarta, (B) adulto em vista lateral, (C) adulto em vista dorsal com asas estendidas, (D) adulto em vista dorsal com asas em repouso sobre o corpo (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	94
Figura 19. <i>Elaphria agrotina</i> (Lepidoptera: Noctuidae): (A) lagarta, (B) pupa, (C) adulto em vista dorsal com asas estendidas, (D) adulto em vista dorsal com asas em repouso sobre o corpo (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).....	95

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Escala de notas utilizada para avaliar a infestação de ácaros fitófagos nas folhas das variedades de lúpulo nos municípios de Cordeiro e Nova Friburgo, RJ.....	32
Tabela 2. Médias das notas atribuídas para o número de ovos e de ninfas mais adultos do ácaro rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) encontrados nas folhas de cinco variedades de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>), nos municípios de Nova Friburgo e Cordeiro, RJ, de 03/10/2019 a 21/01/2020.....	33

CAPÍTULO III

Tabela 1. Lista das espécies de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) coletadas em lúpulo em quatro municípios do estado do Rio de Janeiro, de 30/08/2019 a 21/01/2020 (x = presente; - = não detectado).....	67
Tabela 2. Moscas brancas associadas a variedades de lúpulo cultivadas em municípios do estado do Rio de Janeiro, 30/08/2019 a 21/01/2020.....	69

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Número de adultos de <i>Spodoptera eridania</i> provenientes de lagartas que se alimentaram de folhas de duas variedades de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) em Nova Friburgo, RJ.....	89
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A Cultura do Lúpulo e Seu Uso	3
2.2 Produção de Lúpulo no Brasil.....	5
2.3 Artrópodes Associados ao Lúpulo.....	6
2.3.1 Classe Arachnida	6
2.3.1.1 <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae).....	6
2.3.2 Classe Insecta	8
2.3.2.1 <i>Empoasca fabae</i> Harris (Hemiptera: Cicadellidae)	8
2.3.2.2 <i>Phorodon humuli</i> (Schrank) (Hemiptera: Aphididae).....	9
2.3.2.3 Besouros escarabeídeos desfolhadores (Coleoptera: Scarabaeidae)	10
2.3.2.4 Besouros crisomelídeos desfolhadores (Coleoptera: Chrysomelidae)	11
2.3.2.5 Gorgulhos da raiz (Coleoptera: Curculionidae)	13
2.3.2.6 Lagartas (Lepidoptera)	13
2.3.2.7 Formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae)	15
2.3.2.8 Moscas brancas	16
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
4 CAPÍTULO I. NÍVEIS DE INFESTAÇÃO DO ÁCARO RAJADO (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CINCO VARIEDADES DE LÚPULO E SEUS INSETOS PREDADORES EM DOIS MUNICÍPIOS FLUMINENSES.....	24
RESUMO	25
ABSTRACT	26
4.1 Introdução.....	27
4.2 Material e Métodos	29
4.2.1 Locais de estudo e variedades avaliadas	29
4.2.2 Amostragem, identificação e monitoramento dos artrópodes.....	30
4.2.3 Análise estatística	32
4.3 Resultados e Discussão	33
4.3.1 Artrópodes fitófagos do lúpulo.....	33
4.3.2 Níveis de infestação e flutuações populacionais do ácaro rajado.....	34
4.3.3 Insetos predadores do ácaro rajado no lúpulo	39
4.4 Conclusões.....	42
4.5. Referências Bibliográficas.....	43
5 CAPÍTULO II. PRIMEIRO REGISTRO DE AGREGAÇÃO DA CIGARRINHA-DAS-FRUTEIRAS (HEMIPTERA: AETALIONIDAE) E ABELHA SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: APIDAE) EM LÚPULO NO BRASIL.....	49
RESUMO	50
ABSTRACT	51
5.1 Introdução.....	52
5.2 Material e Métodos	53
5.3 Resultados e Discussão	55
5.4 Conclusões.....	57
5.5 Referências Bibliográficas.....	58
6 CAPÍTULO III. DIVERSIDADE DE ALEIRODÍDEOS (HEMIPTERA) EM VARIEDADES DE LÚPULO NO BRASIL ¹	61
RESUMO	62
ABSTRACT	63

6.1 Introdução.....	64
6.2 Material e Métodos	66
6.3 Resultados e Discussão	67
6.4 Conclusões.....	71
6.5 Referências Bibliográficas.....	72
7 CAPÍTULO IV. PRIMEIRO REGISTRO DE LAGARTAS DESFOLHADORAS (LEPIDOPTERA) DE LÚPULO E PREDACÃO POR BICHO LIXEIRO (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) NO BRASIL	77
RESUMO	78
ABSTRACT	79
7.1 Introdução.....	80
7.2 Material e Métodos	82
7.3 Resultados e Discussão	87
7.4 Conclusões.....	97
7.5 Referências Bibliográficas.....	98
CONCLUSÕES GERAIS	102

1 INTRODUÇÃO GERAL

A descoberta das potenciais utilizações do lúpulo (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) teve início durante a Idade Média, desde o século VIII, na região de Hallertau da Baviera (Alemanha), onde os monges o usavam como planta medicinal e para aromatizar e conservar a cerveja (MARCOS et al., 2011). O lúpulo continua tendo importância como planta medicinal, com uso significativo nas indústrias farmacêuticas, como por exemplo, em loções ou cremes dermatológicos ou na produção de medicamentos (BIENDL & PINZIL, 2008; MARCOS et al., 2011; HRNČIČ et al., 2019). Todavia, o lúpulo é majoritariamente utilizado pela indústria alimentícia na fabricação de cervejas, sendo o ingrediente que confere aroma e sabor (amargor) a essa bebida, além de contribuir para a estabilidade físico-química e microbiológica da mesma.

O Brasil é o terceiro maior produtor dessa bebida no mundo, produzindo aproximadamente 14 bilhões de litros de cerveja por ano, mas a principal origem do lúpulo usado no país é via importação do produto em diferentes formas (BARTH-HAAS, 2019). Ademais, o lúpulo é uma matéria-prima obrigatória na produção da cerveja no Brasil, de acordo com o artigo 36 do Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019 (BRASIL, 2020).

No entanto, a cultura do lúpulo vem ganhando notoriedade no estado do Rio de Janeiro, principalmente na região serrana fluminense, tanto que em 26 e 27 de janeiro de 2019, ocorreu 1º Workshop Nacional de Plantio de Lúpulo no Centro Cervejeiro da Serra do Grupo Petrópolis, no município de Teresópolis, RJ (BEER ART, 2019). Nos dias 27 e 28 de abril de 2019, o município de Nova Friburgo sediou a 2ª Festa da Flor do Lúpulo, com apoio da Associação Comercial, Industrial e Agrícola de Nova Friburgo (ACIANF), visando agregar produtores de lúpulo, viveiristas e as cervejarias desse município e outros interessados nessa cultura e no uso de suas flores para a produção de cervejas especiais e na gastronomia (LÚPULO DE NOVA FRIBURGO, 2019).

No estado do Rio de Janeiro, a área cultivada com lúpulo deve expandir ainda mais, visto que o governo estadual lançou em 17/05/2019, a primeira linha de crédito rural junto ao Banco do Brasil para cultura e exploração do lúpulo em território fluminense, conforme divulgado por notícias em jornais de circulação eletrônica privados, como o Entre-Rios Jornal (2019) e Extra (2019), o portal político, como TVP-TV Prefeito (2019) e das prefeituras dos municípios onde os agricultores serão beneficiados com o crédito para o cultivo do lúpulo, a exemplo da prefeitura de Nova Friburgo. O lançamento da linha de crédito contou com a presença do governador Wilson Witzel, que comentou em seu discurso que o lúpulo representa um começo vitorioso para a expansão do mercado do agronegócio no Estado.

Contudo, é esperado que com o crescimento da área de cultivo de lúpulo no Estado haja aumento de problemas fitossanitários, principalmente quando concentrada em propriedades de municípios vizinhos. Engenheiros Agrônomos da Emater-Rio que vem acompanhando os cultivos de lúpulo na região serrana fluminense têm observado que essa cultura vem sofrendo com infestações de ácaros e insetos fitófagos, em determinadas fases fenológicas da cultura, alguns dos quais podem causar prejuízos significativos ao produtor caso medidas de controle não sejam adotadas (TEIXEIRA & SILVA, 2019). No entanto, poucos registros técnico-científicos de artrópodes como pragas associadas a essa cultura no Brasil foram encontrados na literatura (AQUINO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019; SPÓSITO et al., 2019; TEIXEIRA & SILVA, 2019).

Entretanto, em outros países onde o lúpulo já vem sendo cultivado há mais tempo, tais como Estados Unidos da América e Austrália, espécies de pragas-chaves dessa cultura estão registradas, como, por exemplo, *Empoasca fabae* (Harris) (Hemiptera:

Cicadellidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (GARDINER et al., 2003; SIRRINE et al., 2010; VOSTREL et al., 2010; CALDERWOOD et al., 2015; O'NEAL et al., 2015; DODDS, 2017; MAURER & LAMONDIA, 2017), sendo que essas duas espécies de artrópodes ocorrem no Brasil (MORAES & FLECHTMANN, 2008; FONTES et al., 2018). *Humulus scandens* (Lour.) Merr. (lúpulo japonês ou selvagem) é registrada como planta hospedeira de *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (CHUNGUI & CHANGFU, 1992; ZHENG et al., 2006) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) (BING et al., 2014), as quais ocorrem também no Brasil. Ademais, algumas espécies de insetos que são pragas de lúpulo em outros países fazem parte da lista de pragas quarentenárias A1 para o Brasil, tais como *Diabrotica undecimpunctata* (Mannerheim) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Erebidae), *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae) *Otiorhynchus ovatus* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae), *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) e *Popillia japonica* Newman (Coleoptera: Scarabaeidae) (MAPA, 2018).

Essas observações levantaram a necessidade de responder as seguintes questões técnico-científicas: (1) a artropodofauna fitófaga associada ao lúpulo no Brasil é a mesma que em outros países? e (2) alguma espécie de artrópode fitófago de ocorrência no Brasil é mais comumente encontrada nos cultivos comerciais de lúpulo?

Nesse contexto, esse estudo foi desenvolvido com os seguintes objetivos: (1) identificar as espécies da artropodofauna fitófaga (ácaros e insetos) associadas à parte aérea do lúpulo, bem como possíveis insetos predadores, em mudas ou plantas adultas nos municípios de Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica, RJ, e (2) avaliar os níveis de infestação do artrópode que infesta mais comumente as variedades de lúpulo nos plantios comerciais em Cordeiro e Nova Friburgo, e identificar possíveis insetos predadores.

Este trabalho vem contribuir para suprir uma lacuna sobre a artropodofauna do lúpulo no Brasil, objetivando prover suporte técnico fitossanitário, uma vez que sendo uma cultura nova no país, são poucas as informações técnico-científicas sobre lúpulo cultivado em território nacional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura do Lúpulo e Seu Uso

As plantas do gênero *Humulus* L. são plantas herbáceas trepadeiras da família Cannabaceae, reunindo três espécies [*Humulus scandens* (Lour.) Merr., *Humulus yunnanensis* Hu e *Humulus lupulus* L.] confinadas às regiões temperadas e subtropicais do hemisfério norte (SMALL, 2016).

Humulus scandens, conhecida também por sua sinonímia *H. japonicus* Siebold & Zucc., refere-se ao lúpulo japonês ou lúpulo selvagem, agrupa as plantas nativas das regiões temperadas da Ásia (China, Japão, Coreia, Taiwan e Rússia) e na região tropical do Vietnã. O lúpulo japonês apresenta uma variedade ornamental com folhagem listrada e salpicada de branco, sendo, por vezes, encontrada cultivada para ornamentar alpendres ou como cerca-viva. A espécie se adaptou em outros países, como nordeste dos Estados Unidos e leste do Canadá, onde é considerada uma planta invasora. *Humulus yunnanensis* Hu é uma espécie perene endêmica da Província de Yunnan na China, embora tenha tido uma ampla distribuição no passado. Essas duas espécies de *Humulus* não são exploradas economicamente (SMALL, 2016).

A espécie com importância econômica é a *H. lupulus*, conhecido como “common hop” na língua inglesa, ocorrendo formas selvagens e domesticadas. No Brasil, essa espécie é referida como lúpulo. Cinco variedades taxonômicas são reconhecidas: *Humulus lupulus* var. *cordifolius* (Ásia Oriental), *Humulus lupulus* var. *lupuloides* (sinonímia, *H. americanus*) (região oeste da América do Norte), *Humulus lupulus* var. *lupulus* (Europa e Ásia Ocidental), *Humulus lupulus* var. *neomexicanus* (região leste da América do Norte) e *Humulus lupulus* var. *pubescens* (região central da América do Norte) (SMALL, 2016).

Humulus lupulus é uma planta herbácea, trepadeira, perene e que pode estender-se até 15 m, sendo nativa do hemisfério norte entre 35° e 55° N de latitude, correspondendo a América do Norte, Europa e Ásia. Desenvolve-se bem com altitude mínima de 800 m, temperatura média ideal igual ou menor a 19,5 °C e o somatório do excesso hídrico igual ou menor 100 mm. É uma planta que necessita de solos com boa drenagem e textura franca a franco-arenosa e níveis elevados de fertilização e necessidades de água de rega (THOMÉ et al., 1999; AFONSO et al., 2017).

O lúpulo é uma planta dióica (flores machos e fêmeas estão em plantas separadas) e seu cultivo ocorre por rizomas para manutenção de características desejáveis do indivíduo. As flores femininas das plantas fêmeas (as quais quando não polinizadas apresentam maior interesse comercial) são comumente designadas como “cone”, “estróbilo” ou, simplesmente, “lúpulo”, e as únicas capazes de secretar um pó resinoso amarelado, o qual é constituído de óleos essenciais e os α - e β -ácidos que conferem características importantes à cerveja, como sabor (amargor) e aroma. Esse pó é produzido por tricomas glandulares dos cones (glândulas de lupulina), onde fica armazenado, sendo que teor dessas substâncias é essencial para o valor do lúpulo (HILLER, et al., 1996; ALMAGUER et al., 2014; MAHAFFEE et al., 2009). As flores femininas apresentam a forma bojuda, arredondada e, quando completamente desenvolvidos, atingem cerca de 5 a 6 cm, dependendo da variedade (CASTROVIEJO et al., 1993).

O lúpulo é utilizado pelas indústrias farmacêuticas e alimentícias, sendo seu extrato serve para a fabricação de cremes e loções, que podem ser de fins estéticos ou atuar em úlceras de pele como agente antibacteriano. A planta seca pode ser utilizada para produzir remédios variados, principalmente contra ansiedade, distúrbios do sono, tuberculose, e contra alguns tipos de câncer, como os de próstata, mama e ovário

(BIENDL & PINZIL, 2008; MARCOS et al., 2011; LIU et al., 2015; OLŠOVSKÁ et al., 2016; HRNČIČ et al., 2019).

Apesar da versatilidade da planta, o lúpulo é predominantemente utilizado pela indústria alimentícia, na fabricação de cervejas. Os componentes da cerveja são o lúpulo junto com a água, o malte e a levedura. O lúpulo confere aroma e sabor (amargor), além de contribuir para a estabilidade físico-química e microbiológica da bebida. A lupulina, designação genérica para as glândulas que contêm os ácidos usados na indústria cervejeira, encontra-se nas inflorescências femininas (BIENDL & PINZIL, 2008; MARCOS et al., 2011; PERAGINE, 2011).

Inicialmente o lúpulo era utilizado *in natura* na produção de cerveja, sob a forma de flores prensadas em grandes fardos, que depois eram reduzidos em porções menores, com a finalidade de que pudessem ser adicionados ao mosto, na sala de cozimento da cerveja (REINOLD, 2016). Atualmente, o lúpulo é utilizado em forma de extrato pastoso e diversos tipos de péletes. A utilização do lúpulo em péletes é do ano de 1970, sendo mais recente que o uso dos extratos, sendo sua aceitação muito rápida, levando ao avanço do volume de lúpulo processado de 1975 até o presente. Com a evolução da tecnologia, surgiram novas formas de comercialização do lúpulo, sendo a principal delas a forma líquida, abrangendo lúpulos isomerizados ou não.

Um total de 29 países cultivam comercialmente o lúpulo visando atender principalmente ao mercado cervejeiro, sendo que os principais países produtores são Alemanha, Etiópia, Estados Unidos da América e República Tcheca (Figura 1). Na América do Sul, apenas a Argentina está registrada como país produtor de lúpulo (FAOSTAT, 2020). A Nova Zelândia é referência na produção de lúpulo orgânico (TURNER et al., 2011).

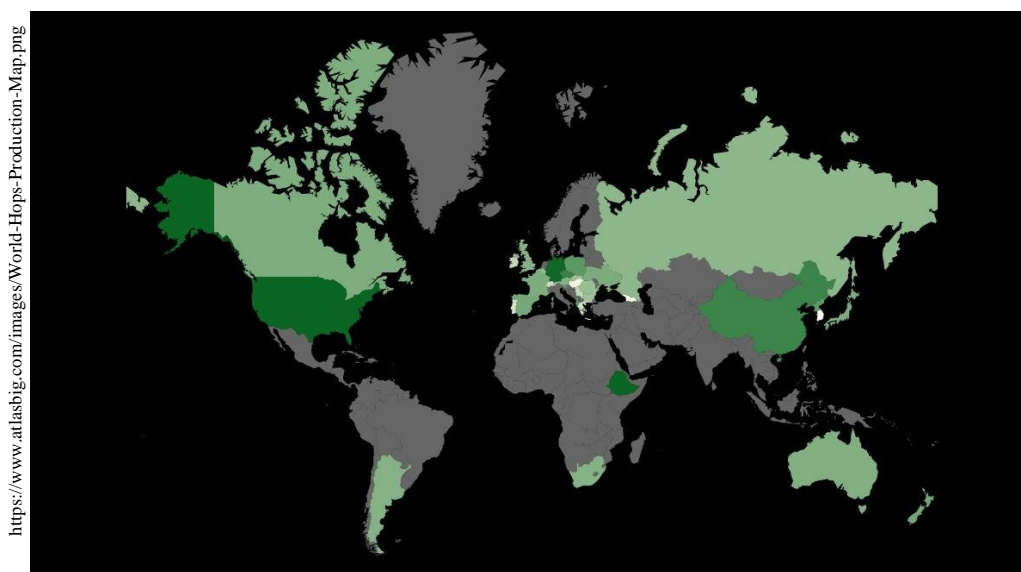


Figura 1. Principais países produtores de lúpulo (países destacados com cor verde escuro apresentam maior produção em toneladas) (Fonte: <https://www.atlasbig.com/en/countries-hops-production>. Acesso em: 24/04/2020).

Em todo o mundo, 148.603 toneladas de lúpulo foram produzidas num total de 91.881 hectares em 2017, sendo 31.049 ha na Europa (17.077 ha na Alemanha e 4.945 ha na República Tcheca), 21.562 ha nos Estados Unidos, 7.266 ha na Ásia (2.361 ha na China e 4.576 ha na República da Coreia), 218 ha na Austrália, 338 ha na Nova Zelândia e 31.062 ha na África (30.646 ha só na Etiópia) (FAOSTAT, 2020). Na América do Sul, Argentina produziu 12.238 toneladas em 385 hectares. No Brasil, ainda não há registro

da área total de lúpulo cultivado, visto que ainda é um cultura recentemente iniciada, datando de 2016, mas aproximadamente quatro mil toneladas de lúpulo por ano são importadas, somando um custo próximo de 200 milhões de reais (ARAÚJO, 2016; AQUINO et al., 2019).

Para a produção comercial de lúpulo, o cultivo deve iniciar no inverno com o surgimento de ramificações a partir da estrutura perene da planta, terminado com o corte das inflorescências (flores femininas). A planta necessita de vernalização (técnica agrícola que submete as sementes ou plantas a temperaturas baixas para acelerar a produção de flores e/ou frutos) e de um período de insolação longo no verão durante a fase de crescimento (BIENDL & PINZIL, 2008; MARCOS et al., 2011; PERAGINE, 2011; RODRIGUES et al., 2015; AFONSO et al., 2017). Em Portugal, a irrigação por gotejamento leva a uma maior eficiência da cultura do lúpulo e diminui a incidência de pragas e doenças, o que auxilia no melhor manejo dessa cultura, uma vez que na técnica cultural tradicional chega-se a fazer até 19 aplicações fitossanitárias ao longo da estação de crescimento (RODRIGUES et al., 2015).

2.2 Produção de Lúpulo no Brasil

No Brasil, a cultura do lúpulo (*H. lupulus*) ganhou conhecimento público a menos de cinco anos, quando alguns agricultores iniciaram cultivo em uma pequena área na Serra da Mantiqueira, pois viram o potencial econômico desta cultura (ARAÚJO, 2016). Existem relatos de insucessos de produção, seguida de surgimento de uma variedade lúpulo espontâneo, que aparenta ter condições muito favoráveis ao seu crescimento. Atualmente existem produtores nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Distrito Federal, porém não há um valor estimado do total da produção brasileira de lúpulo (FAGHERAZZI et al., 2018).

A Lei Estadual N^o 7954/2018, de 14/05/2018, sancionada pelo governador do estado do Rio de Janeiro, legitimou o Polo Cervejeiro Artesanal de Nova Friburgo e Região, aumentando ainda mais o interesse dos agricultores a investir nesta nova cultura para a região (BEER ART, 2018; AQUINO et al., 2019). O polo conta atualmente com 28 marcas de 12 fábricas, com uma capacidade instalada para produção de mais de 120 mil litros de cerveja por mês. Além de Nova Friburgo, os municípios de Bom Jardim, Cantagalo, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Itaocara, Macuco, Santa Maria Madalena, São Sebastião do Alto, Trajano de Moraes e São Fidélis são integrantes do Polo, conforme estabelecido por essa lei (BEER ART, 2018).

Uma produção de lúpulo, ainda que em pequena escala, tem sido verificada desde 2016 na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro. Os produtores dessa região têm selecionado diversas variedades de lúpulos, com a expectativa do mercado de cervejas artesanais (TEIXEIRA & SILVA, 2019). Devido ao interesse dos produtores por essa cultura surgiu, em junho de 2018, a criação Rede Lúpulo Serra RJ, que tem seu site hospedado em <http://redelupulo.com.br/> e tem o propósito de fomentar a cultura do lúpulo na Região Serrana Fluminense (AQUINO et al., 2019).

A área cultivada com lúpulo no estado do Rio de Janeiro deve expandir ainda mais, visto que o governo estadual lançou em 17/05/2019, a primeira linha de crédito rural junto ao Banco do Brasil para cultura e exploração do lúpulo em território fluminense (ENTRE-RIOS JORNAL, 2019; EXTRA; 2019; TVP-TV PREFEITO, 2019).

Após sucessivos fracassos, para a criação de uma variedade de lúpulo adaptada ao clima brasileiro, foi demonstrado que apenas alguns lugares reuniam as condições ecológicas necessárias para produzir lúpulo de qualidade. De maneira geral, o lúpulo é uma cultura adequada a regiões de minifúndio e explorações de natureza familiar, já que

necessita de bastante mão-de-obra, entretanto sua implementação deve ser avaliada criteriosamente por se tratar de uma espécie com uma técnica cultural muito onerosa (AQUINO et al., 2019; TEIXEIRA & SILVA, 2019).

2.3 Artrópodes Associados ao Lúpulo

Em visitas técnicas prévias em propriedades que cultivam lúpulo no estado do Rio de Janeiro, identificou-se que a cultura sofre com problemas fitossanitários, com destaque para infestações por insetos e ácaros fitófagos. Na pesquisa bibliográfica realizada verificou-se a carência de informações sobre pragas do lúpulo no Brasil (AQUINO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019; SPÓSITO et al., 2019; TEIXEIRA & SILVA, 2019). Dessa forma, serão aqui salientadas as principais espécies fitófagas da Classe Arachnida (ácaros) e Insecta (insetos) que são pragas desta cultura em diferentes países em que se cultivam tradicionalmente o lúpulo (GARDINER et al., 2003; SIRRINE et al., 2010; VOSTREL et al., 2010; O'NEAL et al., 2015; DODDS, 2017; MAURER & LAMONDIA, 2017), incluindo aquelas já reportadas no Brasil.

2.3.1 Classe Arachnida

2.3.1.1 *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

A única espécie de ácaro fitófago registrada a infestar lúpulo (*H. lupulus*), seja cultivado ou crescido naturalmente, é *T. urticae*, vulgarmente denominado de ácaro rajado (LAWANPRASERT, 1994; GARDINER et al., 2003; SIRRINE et al., 2010; MARCOS et al., 2011; CALDERWOOD et al., 2015; O'NEAL et al., 2015; DODDS, 2017; MAURER & LAMONDIA, 2017). No Brasil, registro recente cita que o ácaro rajado infesta plantas de lúpulo da variedade Cascade no município de Cachoeiras de Macacu, RJ (TEIXEIRA & SILVA, 2019). Nascimento et al. (2019) observaram que o ácaro rajado está entre os problemas fitossanitários dos cultivos de lúpulo na área do Departamento de Horticultura da UNESP, Botucatu, SP.

Seus espécimes vivem entre as nervuras, próximas ao pecíolo, na face inferior das folhas onde tecem teias e depositam seus ovos (esféricos, de tonalidade amarelada com período de incubação de quatro dias) (Figura 2) (SIRRINE et al., 2010; O'NEAL et al., 2015; MARTINS et al., 2016; MAURER & LAMONDIA, 2017).

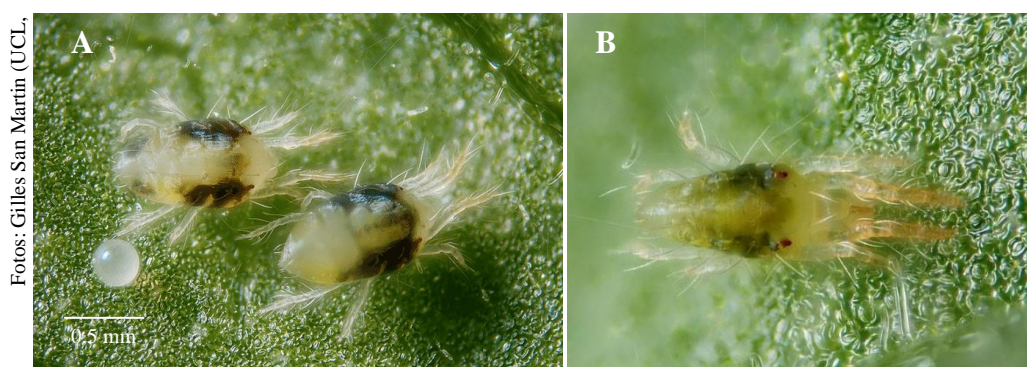


Figura 2. *Tetranychus urticae* (ácaro rajado): A. duas fêmeas e um ovo, B. um macho. (Fonte: A. <https://www.flickr.com/photos/sanmartin/4883543313/>, B. <https://www.flickr.com/photos/sanmartin/4883547705/in/photostream/>. Acesso em: 24/04/2020)

As formas adultas apresentam acentuado dimorfismo sexual. As fêmeas são maiores e têm uma mancha verde escura em cada lado do dorso (Figura 2A), enquanto os machos possuem a parte posterior do corpo mais afilada (Figura 2B). No entanto, é uma espécie polimórfica, havendo inclusive variação de coloração do corpo, como as formas verdes e as formas vermelhas, podendo ser confundida com outras espécies dentro do gênero, como *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) (AUGER et al., 2013). Os ácaros são muito pequenos, mas podem ser observados na parte inferior das folhas com lupa de bolso com aumento de 10x ou 20x (SIRRINE et al., 2010; O'NEAL et al., 2015; MARTINS et al., 2016; MAURER & LAMONDIA, 2017).

Nos países do hemisfério norte, somente fêmeas acasaladas estão presentes nas plantas de lúpulo durante a primavera. Passam o inverno em um estágio dormente, em detritos e estruturas da treliça do tutoramento da planta. Elas são de cor laranja nesta época do ano. Quando a temperatura do ar vai aumentando, as fêmeas se alimentam e começam a pôr ovos. As ninfas emergem dos ovos em 2-5 dias (dependendo da temperatura) e se desenvolvem em adultos em 1-3 semanas (novamente dependendo da temperatura). O tempo frio e úmido não é propício para o seu desenvolvimento (SIRRINE et al., 2010; O'NEAL et al., 2015; MARTINS et al., 2016; MAURER & LAMONDIA, 2017).

As folhas de lúpulo infestadas por ácaro rajado assumem uma aparência esbranquiçada (Figura 3), causada pela sucção contínua de seiva pelos ácaros, resultando na perda de clorofila. Eventualmente as folhas caem sob condições de alta infestação, causando desfolhamento da planta, e quando se observa a presença de teias tecidas pelo próprio ácaro (Figura 3) (SIRRINE et al., 2010).

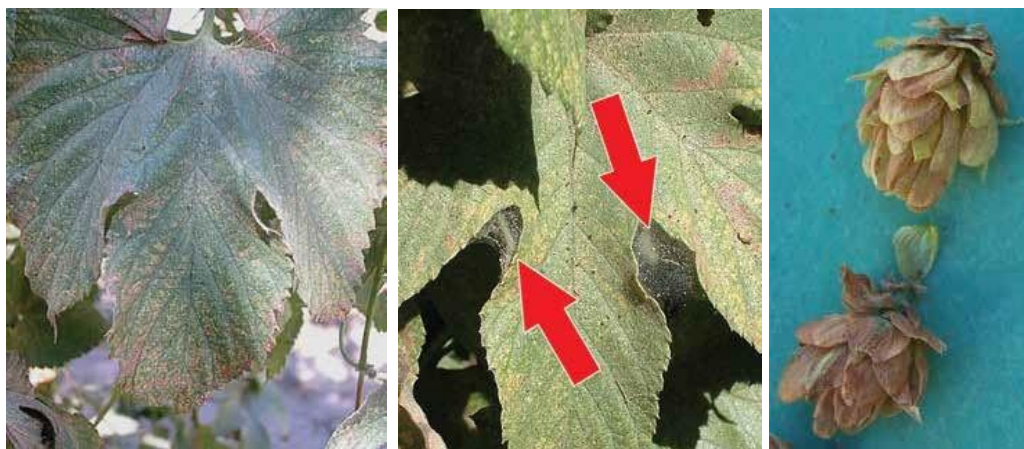


Figura 3. À esquerda, descoloração da folha de lúpulo causada pelo ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), ao centro, seta vermelha indica a teia tecida pelo ácaro rajado em altas infestações na folha de lúpulo, e à direita, cones exibindo cor avermelhada devido à alimentação do ácaro rajado (Fonte: O'NEAL et al., 2015).

Infestações intensas enfraquecem a planta e reduzem o rendimento e a qualidade. Os cones infestados desenvolvem uma coloração avermelhada (Figura 3), não resistem ao processo de secagem, e comumente possuem menores níveis de alfa ácidos e menor potencial de armazenamento (SIRRINE et al., 2010; O'NEAL et al., 2015). Embora ainda não haja um nível de dano econômico definido para o ácaro rajado na cultura do lúpulo, as aplicações de acaricidas têm sido recomendadas quando são detectados de 5 a 10 ácaros por folha (SIRRINE et al., 2010).

Alguns autores salientam que comunidade de inimigos naturais autóctones são capazes de regular as populações do ácaro rajado na ausência de aplicações de produtos

fitossanitários no cultivo de lúpulo (WOODS et al., 2014; CALDERWOOD et al., 2015; O'NEAL, 2015).

Num estudo conduzido no estado americano de Oregon (EUA), por nove anos (2005 a 2013), Woods et al. (2014) observaram que o controle biológico do ácaro rajado na cultura do lúpulo estava principalmente associado aos ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari) e à joaninha *Stethorus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae).

O'Neal et al. (2015) salientaram que os artrópodes benéficos frequentemente podem exercer controle parcial, e em raras ocasiões o controle total, das populações de ácaro rajado na cultura do lúpulo nos estados americanos de Washington, Oregon e Idaho, no noroeste do Pacífico. Eles destacam a importância dos ácaros predadores da família Phytoseiidae e insetos predadores, incluindo a joaninha predadora *Stethorus* sp. e os tripses predadores [*Aeolothrips fasciatus* (Linnaeus), *Leptothrips mali* (Fitch) e *Scolothrips sexmaculatus* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)] no controle biológico do ácaro rajado nas plantações de lúpulo desses estados.

2.3.2 Classe Insecta

2.3.2.1 *Empoasca fabae* Harris (Hemiptera: Cicadellidae)

O adulto dessa cigarrinha apresenta coloração verde acinzentada, por isso, é conhecida como cigarrinha verde (Figura 4). Possui corpo alongado e triangular, medindo de 3 a 4 mm de comprimento. As formas jovens (ninfas) são menores e ágeis. Ninfas e adultos sugam seiva, normalmente na página inferior do limbo de folhas mais velhas (O'NEAL et al., 2015; MAURER & LAMONDIA, 2017).



Figura 4. Adulto da cigarrinha verde (*Empoasca fabae*).

(Fonte: <https://www.inaturalist.org/taxa/518476-Empoasca>. Acesso em: 24/04/2020)

Na América do Norte, essa cigarrinha é a principal praga da batata, por isto, é conhecida como cigarrinha da batata, causando grandes prejuízos a esta cultura. Ocorre também em trevo, feijão, maçã e alfafa (BACKUS & HUNTER, 1989). No Brasil, não foi encontrado registro de *E. fabae* em culturas agrícolas, mas esta espécie foi encontrada ocorrer em uma Reserva Florestal da Universidade do PiauÍ, através de um levantamento entomofaunístico (FONTES et al., 2018).

A cigarrinha verde, ninfas e adultos, se alimenta das folhas de lúpulo e causa o que os agricultores chamam de “queimadura de funil”, uma necrose em forma de “V” da margem da folha (Figura 5) (CALDERWOOD et al., 2015; O'NEAL et al., 2015; MAURER & LAMONDIA, 2017). A Universidade de Vermont (EUA) recomenda o nível de ação contra essa praga na cultura do lúpulo de duas cigarrinhas por folha (MAURER & LAMONDIA, 2017).



Figura 5. Dano causado por *Empoasca fabae* em folha de lúpulo (Fonte: CALDERWOOD et al., 2015).

2.3.2.2 *Phorodon humuli* (Schrank) (Hemiptera: Aphididae)

Esse pulgão, também conhecido como pulgão do lúpulo, é um inseto pequeno, de corpo mole e em forma de pera, apresentando formas ápteras (sem asas) (Figura 6) e aladas. Formas ápteras são branco-pálidas (ninfas) a verde-amareladas (adultos) e encontradas principalmente na parte inferior de folhas de lúpulo. Formas aladas são verdes mais escuro a marrom com manchas pretas na cabeça e abdômen. Adultos e ninfas sugam a água e os nutrientes do tecido vascular das folhas e cones de lúpulo (O'NEAL et al., 2015; MAURER & LAMONDIA, 2017).



Figura 6. Adultos e ninfas da forma áptera do pulgão do lúpulo (*Phorodon humuli*). (Fonte: https://influentialpoints.com/Gallery/Phorodon_humuli_Damson-hop_aphid.htm. Acesso em: 24/04/2020).

Nos países em que ocorrem (América do Norte e Europa), esse pulgão geralmente aparece do final de junho até o começo de julho. É uma espécie que hiberna no inverno em fruteiras do gênero *Prunus*, sendo que a migração para essas fruteiras ocorre no outono. Ele infesta as plantas de lúpulo selvagem (*H. japonicus* e *H. lupulus*) e as folhas da grande urtiga (*Urtica dioica*). No verão, os pulgões se reúnem na face abaxial das folhas jovens da planta do lúpulo, que ficam amareladas, quebradiça, enroladas, e às vezes, secam completamente (SIRRINE et al., 2010; MARCOS et al., 2011).

Os pulgões de lúpulo podem reduzir a produtividade da planta, sob altas infestações, pois ocorrem a desfolha, sendo comumente visto nas plantas do primeiro ano, diminuindo a produtividade das plantas. Podem ainda se alimentar dentro de cones, principalmente na base das brácteas e partes superiores, afetando a sua qualidade, pois, o pulgão ao se alimenta da seiva, também excreta "honeydew", que é um excelente meio

de crescimento para fungos causadores da “fumagina” e pode reduzir significativamente a qualidade e a rentabilidade da cultura do lúpulo (MARCOS et al., 2011; CALDERWOOD et al., 2015; O’NEAL et al., 2015; MAURER & LAMONDIA, 2017). O pulgão do lúpulo pode transmitir vírus (carlavirose) ao lúpulo, tais como *American hop latent virus*, *Hop latent virus*, and *Hop mosaic virus* (O’NEAL et al., 2015).



Figura 7. *Phorodon humuli* na base do cone de lúpulo e aparecimento de “fumagina” favorecida pela alimentação do pulgão (CALDERWOOD et al., 2015).

2.3.2.3 Besouros escarabeídeos desfolhadores (Coleoptera: Scarabaeidae)

Os besouros das espécies *Cetonia aurata* (Linnaeus) e *Popillia japonica* Newman (besouro japonês) (Figura 8) são generalistas e se alimentam de dezenas de espécies de plantas, incluindo o lúpulo (O’NEAL et al., 2015). *Popillia japonica* faz parte da lista de pragas quarentenárias A1 para o Brasil (MAPA, 2018).



Figura 8. Adulto de *Cetonia aurata* (à esquerda) (Fonte: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2521547>) e adultos do besouro japonês, *Popillia japonica* (à direita) (Fonte: <https://gd.eppo.int/media/data/taxon/P/POPIJA/pics/1024x0/3503.jpg>).

Adultos de *C. aurata* são visitantes frequentes de flores silvestres e cultivadas, como as rosas, enquanto suas larvas se alimentam de matéria orgânica em decomposição. Adultos de *P. japonica* são predominantemente encontrados perto de áreas gramadas, particularmente em grama irrigada. As larvas alimentam-se das raízes da grama no início da primavera e novamente no outono e podem causar danos significativos ao gramado. As larvas preferem condições de solo úmido e não sobrevivem a períodos prolongados de seca. Devido ao seu comportamento de agregação (Figura 8), eles tendem a ser encontrados em grupos maiores e são relativamente fáceis de detectar.

Em lúpulo, eles se alimentam de folhas, causando perfurações na mesma (Figura 9) e tende a ficar com o tecido endurecido. Se as populações estiverem altas, esses besouros podem causar desfolha total das plantas (O'NEAL et al., 2015).



Figura 9. Dano causado pelo adulto de *Popillia japonica* em folha de lúpulo (Fonte: O'NEAL et al., 2015).

2.3.2.4 Besouros crisomelídeos desfolhadores (Coleoptera: Chrysomelidae)

Nos países que tradicionalmente cultivam lúpulo, duas espécies de crisomelídeos, cujos adultos são popularmente denominados de vaquinhas, foram registradas atacando lúpulo: *Psylliodes punctulatus* Melsheimer e *Diabrotica undecimpunctata* (Mannerheim), sendo que essa última faz parte da lista de pragas quarentenárias A1 para o Brasil (MAPA, 2018).

Os adultos do besouro da pulga do lúpulo, *P. punctulatus*, são metálicos pretos com fortes pernas traseiras desenvolvidas que permitem o besouro pular como uma pulga quando perturbado, os adultos são pequenos (2,0 a 2,8 mm de comprimento) (Figura 10). O besouro adulto se alimenta de folhas jovens (Figura 10) (VOSTREL et al., 2010; O'NEAL et al., 2015).



Figura 10. Adulto de *Psylliodes punctulatus* em destaque (à esquerda) e adultos causando o rendilhamento da folha de lúpulo (à direita) (VOSTREL et al., 2010).

Os ovos são amarelo esbranquiçados, ovais, menos de 0,42 mm de diâmetro, e depositados isoladamente ou em grupos de três ou quatro perto das raízes do lúpulo. As larvas são brancas com cabeça marrom e têm aproximadamente 1,5 mm de comprimento. Os adultos emergentes no outono podem alimentar-se de cones jovens. Os besouros da pulga do lúpulo hibernam quando adultos em detritos de plantas e outras áreas protegidas como sob casca e dentro de rachaduras. Adultos tornam-se ativos em março para maio e começam a se alimentar do lúpulo novo. Os besouros acasalam e põem ovos durante maio

e junho. As larvas se alimentam das raízes do lúpulo, fazendo túneis, aproximadamente por quatro a cinco semanas até se transformarem em pupa no solo, e os adultos emergem cerca de três a cinco semanas. Ocorre uma geração a cada ano (VOSTŘEL et al., 2010; O'NEAL et al., 2015).

Os adultos da *D. undecimpunctata*, conhecido como besouro do pepino manchado, são insetos pequenos (de 6,4 a 8,5 mm de comprimento), verde-amarelos (Figura 11). Os ovos são amarelos, oblongos e aproximadamente 0,5 mm de comprimento. As larvas são brancas, exceto a cabeça e o último segmento abdominal, que são castanhos. Os adultos se alimentam de pólen, flores e folhagem de muitas plantas (Figura 11). A alimentação de adultos geralmente não é de importância econômica em lúpulo, exceto quando atacam as brotações de lúpulo recém-plantado ou as flores de lúpulo em desenvolvimento. As larvas se alimentam das raízes de muitas plantas, mas não foram relatadas como praga econômica do lúpulo.



Figura 11. Adulto de *Diabrotica undecimpunctata* (Foto: James Castner) em destaque à esquerda, e adulto (dentro do círculo vermelho) que desfolhou planta do gênero *Amaranthus*, à direita (Foto: Gerald Holmes). Fonte: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/VEG/BEAN/spotted_cucumber_beetle.htm.

No Brasil, Teixeira & Silva (2019) citam *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) (Figura 12) como praga de lúpulo no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

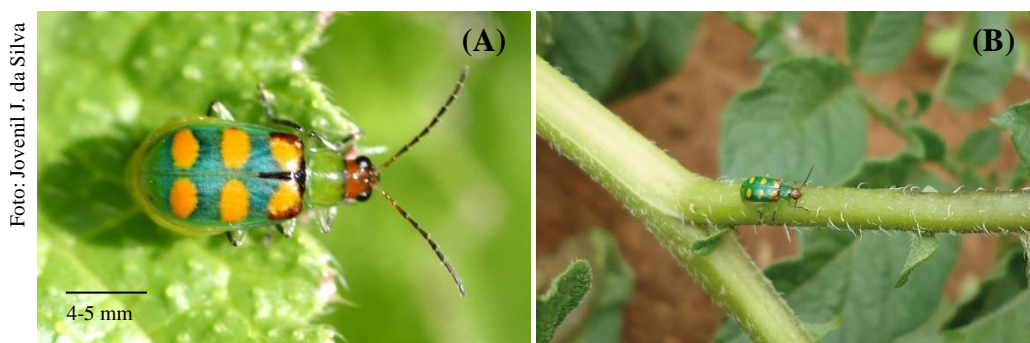


Figura 12. Adulto de *Diabrotica speciosa* (A) visão aproximada (Fonte: <http://www.defesavegetal.net/diabsc>). (B) Adultos sobre a haste (<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/exercito-do-mal>).

O adulto da *D. speciosa* é vulgarmente conhecido como vaquinha-verde-amarela ou patriota, mede aproximadamente 4,7-5,4 mm. A larva é conhecida como larva-alfinete, por perfurar os tubérculos da batata, deixando marcas puntiformes, semelhantes à

perfuração realizada por alfinetes. Os adultos alimentam-se de folhas, brotações novas, vagens ou frutos de várias culturas, diminuindo a produtividade das plantas. É um inseto-praga polífago afetando diversas culturas no Brasil. As larvas são de hábito subterrâneo afetando o sistema radicular e tubérculos, causando perdas importantes na produtividade do milho e batata (ROSA et al., 2013).

2.3.2.5 Gorgulhos da raiz (Coleoptera: Curculionidae)

São besouros de várias espécies, incluindo o gorgulho preto da videira *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius) (Figura 13) e o gorgulho da raiz do morango *Otiorhynchus ovatus* (Linnaeus). Essas duas espécies fazem parte da lista de pragas quarentenárias A1 para o Brasil (MAPA, 2018). O gorgulho da videira é o maior e mais comum no lúpulo, no entanto, o ciclo de vida, aparência e danos causados por ambas as espécies são semelhantes. A maioria dos adultos é oblongo, de cores de cinza a preto (O'NEAL et al., 2015).



Figura 13. Adulto de *Otiorhynchus sulcatus* (Foto: Whitney Cranshaw).

(Fonte: <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5573402>)

Perdas econômicas podem resultar de larvas alimentando-se das raízes das plantas de lúpulo. Danos na raiz, por larvas, reduzem a absorção de nutrientes e água, diminuindo o crescimento das plantas. Os danos mais graves resultam de larvas tardias que se alimentam de raízes antes de formarem a pupa na primavera. Queda de folhas prematuras e morte de plantas foram associados com dano causado pelo gorgulho preto da videira (O'NEAL et al., 2015).

Os gorgulhos adultos se alimentam das bordas das folhas, criando entalhes ásperos e no interior das folhas. Os gorgulhos se alimentam durante a noite e não estão presentes durante o dia como as larvas. Além disso, as larvas ficam próximo ao chão, alimentando-se do sistema radicular. Os gorgulhos das raízes começam a se alimentar dentro de 24 horas após a emergência do adulto, começando no final de abril (O'NEAL et al., 2015).

2.3.2.6 Lagartas (Lepidoptera)

Traças e lagartas pertencentes a seis famílias de Lepidoptera (Crambidae, Erebididae, Geometridae, Noctuidae, Nymphalidae e Tortricidae) são conhecidas atacando lúpulo. Apenas uma espécie de Crambidae [*Ostrinia nubilalis* (Hübner)], Erebididae [*Hyphantria cunea* (Drury)] e Geometridae [*Anavitrinella pampinaria* (Guenée)] está reportada infestando o lúpulo. Com duas espécies associadas ao lúpulo está a família Tortricidae [*Cnephasia longana* (Haworth) e *Choristoneura rosaceana* Harris], e com

três, a Nymphalidae [*Vanessa atalanta* (L.), *Polygonia virgula* L. e *Polygonia interrogationis* (Fabricius)]. Noctuidae reúne o maior número de espécies associadas ao lúpulo: *Hyponomeuta humuli* Harris, *Mamestra configurata* (Walker), *Euxoa ochragaster* (Guenée), *Amathes c-nigrum* Eitschberger, *Hydraecia immanis* Guenée, *Hydraecia micacea* (Esper), totalizando seis espécies (O'NEAL et al., 2015; LIZOTTE, 2019).

As lagartas podem desfolhar plantas de lúpulo quando presente em grande número. Os níveis de dano dependem da região e do nível de infestação. Nas principais fases de crescimento do lúpulo, no noroeste do Pacífico, apenas a lagarta do lúpulo, *H. humuli*, a lagarta *M. configurata* e a traça cinzenta comum, *A. pampinaria*, geralmente atingem populações prejudiciais ao desenvolvimento da cultura (O'NEAL et al., 2015).

Os lepidópteros *H. cunea* e *O. nubilalis* são pragas quarentenárias A1 para o Brasil (MAPA, 2018). *Hyphantria cunea* é uma espécie nativa da América do Norte, Canadá e México, tendo sido introduzida na Europa e Ásia. As lagartas são desfolhadoras, polípagas, mostram comportamento gregário e tecem teias nas plantas (Figura 14), dificultando o manejo da planta e a colheita dos cones (O'NEAL et al., 2015).

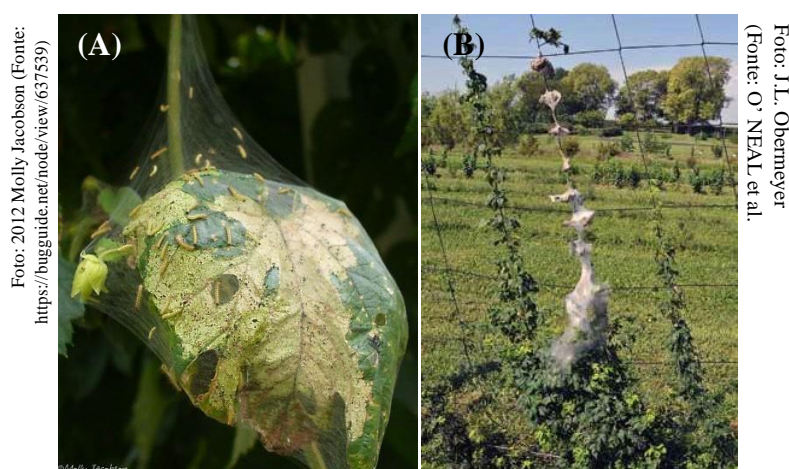


Figura 14. (A) Teias tecidas pelas lagartas de *Hyphantria cunea* em folha de lúpulo, (B) Planta de lúpulo infestada por *H. cunea*, com as folhas envolvidas por suas teias.

As lagartas de *O. nubilalis* se alimentam externamente das folhas de lúpulo por aproximadamente sete dias antes de perfurar e penetrar nas hastes e pecíolos, onde continuam o desenvolvimento. Uma vez dentro da planta, as observações no lúpulo indicam que as lagartas danificam o tecido vascular, interrompendo o fluxo de nutrientes e água e impedindo o desenvolvimento da planta (Figura 15) (LIZOTTE, 2019).

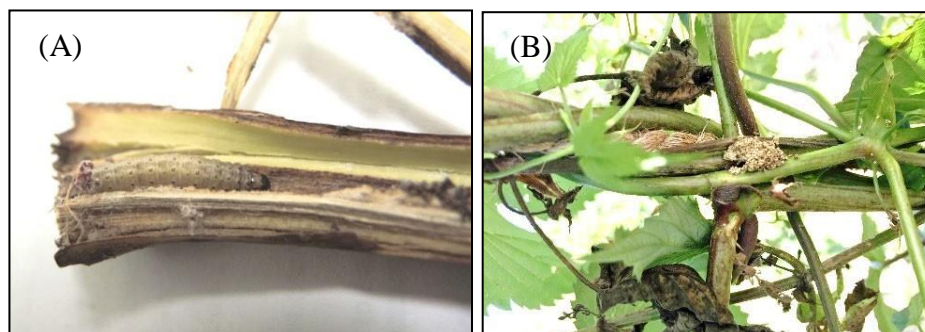


Figura 15. (A) Lagarta de *Ostrinia nubilalis* dentro do ramo (haste) do lúpulo com dano necrótico no tecido, e (B) “Serragem” (fezes + fios de seda) resultante da alimentação da broca europeia do milho no ramo da planta de um plantio de lúpulo em Michigan (USA). Fotos: Erin Lizotte, extensão da Michigan State University (LIZOTTE, 2019).

Em Michigan (EUA), no verão/2019, os danos ao tecido vascular no lúpulo parecem ter ocorrido em junho, antes que os ramos da planta atingissem o fio de arame superior e afetassem os estágios críticos de desenvolvimento do ramo lateral e do cone, reduzindo bastante o rendimento e a provavelmente a qualidade (Figura 16) (LIZOTTE, 2019).



Figura 16. Plantio de lúpulo exibindo incapacidade de prosperar devido à infestação de broca europeia do milho em Michigan. Fonte: <https://www.canr.msu.edu/news/pest-alert-european-corn-borer-in-michigan-hop>.

2.3.2.7 Formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae)

No Brasil, as formigas cortadeiras são conhecidas como saúvas (*Atta* spp.) e quenquéns (*Acromyrmex* spp.) e ambos os gêneros foram relatados por Spósito et al. (2019) como praga de lúpulo. Esses autores publicaram um boletim técnico no qual *Atta sexdens* (L.), *Atta laevigata* (Smith) e *Acromyrmex* spp. podem ocorrer em culturas comerciais brasileiras de lúpulo e que podem causar desfolhamento severo (Figura 17).

Nascimento et al. (2019) observaram que, além do ácaro rajado, os problemas fitossanitários dos cultivos de lúpulo na área do Departamento de Horticultura da UNESP, Botucatu, SP, foram causados pelas formigas cortadeiras, mas não citaram as espécies.

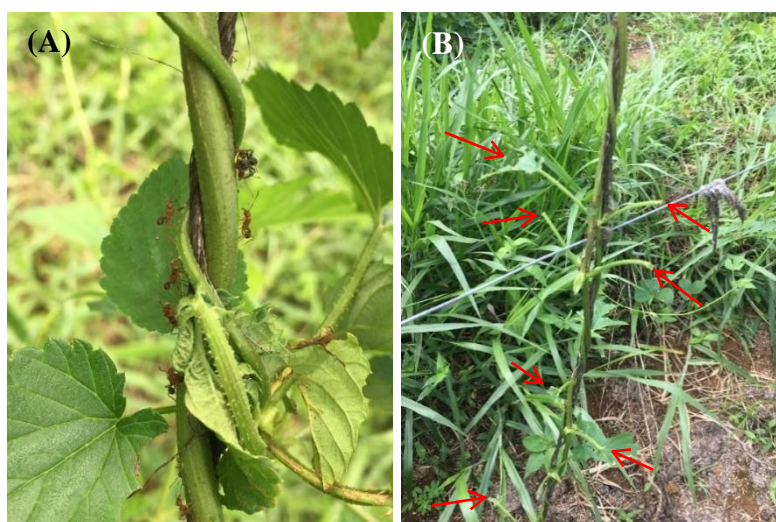


Figura 17. (A) Adultos de *Acromyrmex* forrageando uma planta de lúpulo (variedade Cascade) e (B) Desfolha de uma planta de lúpulo (variedade Cascade), às vezes total (indicada por setas vermelhas), causada por essa formiga cortadeira (Fotos: arquivo pessoal de E. L. Aguiar-Menezes, Cordeiro, RJ, 13/12/2019).

2.3.2.8 Moscas brancas

As moscas brancas (Hemiptera) pertencem a família Aleyrodidae (Hemiptera), agrupam insetos sugadores de seiva, representados por pelo menos 1560 espécies em 161 gêneros (EVANS, 2008; MARTIN & MOUND, 2007; OUVRARD & MARTIN, 2020). Entre essas espécies, há aquelas consideradas pragas de culturas agrícolas economicamente importantes em diferentes países, podendo causar mais do que 50% de redução na produtividade da cultura infestada (KAIRO et al., 2001; KUMAR et al., 2016; WOSULA et al., 2018; RINCON et al., 2019).

Evans (2008) registrou *H. lupulus* como planta hospedeira de *Asterobemisia atraphaxius* (Danzig) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Figura 18), com distribuição na Europa, Iran e Rússia.

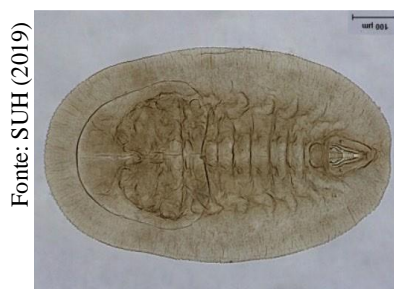


Figura 18. Ninfa de 4º instar (“pupário”) de *Asterobemisia atraphaxius* (Fonte: SUH, 2019).

Na Nova Zelândia, o ácaro rajado e a mosca branca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) (Figuras 19 e 20) são as pragas mais comuns do lúpulo cultivado em estufa (MINISTRY FOR PRIMARY INDUSTRIES, 2010).



Figura 19. Adultos de *Trialeurodes vaporariorum*.

(Fonte: http://www.senpolia.ro/pattern/2011/04/trialeurodes_vaporariorum.jpg)



Figura 20. Ninfa de *Trialeurodes vaporariorum*.

(Fonte: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45312763>)

Na China, BING et al. (2014) registraram *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Figura 21) infestando *Humulus scandens* (Cannabaceae) na China.

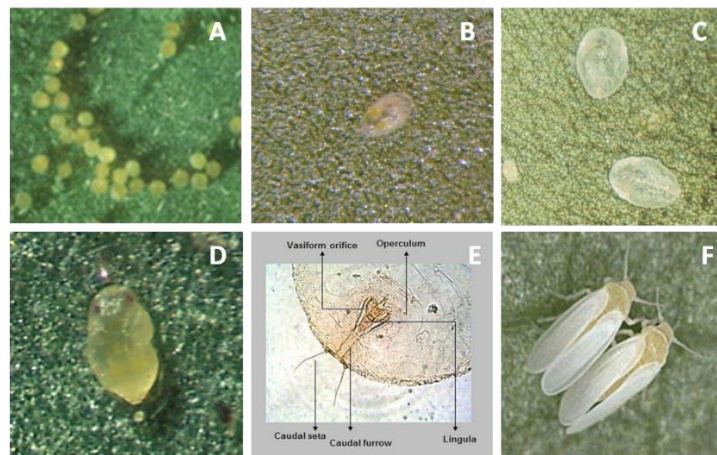


Figura 21. Instares de *Bemisia tabaci*, biótipo B: (A) ovos, (B) ninfa de 1º instar, (C) ninfa de 3º instar, (D) ninfa de 4º instar (“pupário”), (E) vista do “pupário” mostrando a genitália da fêmea usada para identificação taxonômica, e (F) adultos (Fonte: International Potato Center (CIP) - <https://cipotato.org/riskatlasforafrica/bemisia-tabaci/>) (GAMARRA et al., 2016).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, S.; ARROBAS, M.; MORAIS, J. S.; RODRIGUES, M. A. Diagnóstico do estado nutricional do lúpulo em campos com plantas em diferentes níveis de desenvolvimento e produtividade. In: CONGRESSO DAS AGRÁRIAS, 2., 2017. Resumos. (Livro dl).

AUGER, P.; MIGEON, A.; UECKERMANN, E. A.; TIEDT, L.; NAVAJAS, M. Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): review and new data. **Acarologia**, v. 53, n. 4, p. 383-415, 2013.

ALMAGUER, C.; SCHÖNBERGER, C.; GASTL, M.; ARENDT, E. K.; BECKER, T., *Humulus lupulus* – a story that begs to be told, a review. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 4, p. 289-314, 2014. doi: 10.1002/jib.160.

AQUINO, A. M.; TEIXEIRA, A. J.; ASSIS, R. L. **Referencial técnico de atratividade agropecuária – lúpulo**. Nova Friburgo: Embrapa, 2019. 70p. Disponível em: <https://issuu.com/redelupulo/docs/rta_lupulo_documento_final_em_16_ago_2019__1>. Acesso em: 24 abr. 2020.

ARAÚJO, N. Variedade brasileira de lúpulo é descoberta na Serra da Mantiqueira [Edição do dia 29/05/2016]. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/05/variedade-brasileira-de-lupulo-e-descoberta-na-serra-da-mantiqueira.html>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

BACKUS, E. A.; HUNTER, W. B. Comparison of feeding behavior of the potato leafhopper *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae) on alfalfa and broad bean leaves. **Environmental Entomology**, v. 18, n. 3, p. 473-480, 1989.

BARTH-HAAS. **The BARTH-HAAS report, hops 2018/2019**. Nuremberg: Joh. Barth & Sohn GmbH & Co KG, 2019. 32p. Disponível em: <https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/news/2019-07-23/barthreport20182019en.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

BEER ART. Portal da Cerveja. Lei cria o Polo Cervejeiro Artesanal da Região de Nova Friburgo [May 15, 2018]. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/news/polo-cervejeiro-artesanal-regiao-nova-friburgo>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

BEER ART. Portal da Cerveja. Teresópolis recebe 1º Workshop Nacional de Plantio de Lúpulo [January 14, 2019]. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/news/workshop-plantio-lupulo>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

BIENDL, M.; PINZIL, C. History of hops as a medicinal plant. In: BIENDL, M. **Hops and health**. Wolnzach: Deutsches Hopfenmuseum, 2008. pp. 17-37.

BING, X-L.; XIA, W-Q.; GUI, J-D.; YAN, G-H.; WANG, X-W.; LIU, S-S. Diversity and evolution of the *Wolbachia* endosymbionts of *Bemisia* (Hemiptera: Aleyrodidae) whiteflies. **Ecology and Evolution**, v. 4, n. 13, p. 2714-2737, 2014.

BRASIL. Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019, altera o anexo ao Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9902.htm#art1>. Acesso em: 24 abr. 2020.

CALDERWOOD, L. B.; LEWINS, S. A.; DARBY, H. M. Survey of northeastern hop arthropod pests and their natural enemies. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2015.

CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; CIRUJANO, S.; LAÍNZ, M.; MONTSERRAT, P.; MORALES, R.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; NAVARRO, C.; PAIVA, J.; SORIANO, C. **Flora Iberica, Plantas vasculares de la Peninsula Iberica e Islas Baleares**. Vol. III [Plumbaginaceae (partim)-Capparaceae]. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC, 1993. p. 257-258.

CHUNGUI, H.; CHANGFU, L. Investigation of hop pests in Gansu and suggestion of their integrated pest management (IPM). **Journal of Gansu Agriculture University**, v. 27, n. 2, p. 167-170.

DODDS, K. **Hops, a guide for new growers**. The State of New South Wales: NSW Department of Primary industries, 2017. 52p. Disponível em: <https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/712717/hops-guide-for-new-growers.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

ENTRE-RIOS JORNAL. Governo do Rio lança linha de crédito para cultivo do lúpulo. Estado do Rio - (cotidiano) - sexta, 19 de abril de 2019. Disponível em: <<https://www.entreriosjornal.com.br/noticia-governo-do-rio-lanca-linha-de-credito-para-cultivo-do-lupulo-71711>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

EXTRA. Indústria cervejeira: produtores do Rio vão ganhar linha de crédito para cultivo do lúpulo. Editora Globo S/A, em 19/04/19 11:37. Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/economia/industria-cervejeira-produtores-do-rio-vaoganharelinha-decredito-para-cultivo-do-lupulo-23610850.html>. Acesso em: 12 mai. 2019.

EVANS, G. A. **The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies**. Version 2008-09-23. Beltsville: USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), 2008.

FAGHERAZZI, M. M.; SANTOS M. F. S.; SANTOS, K. V. T.; RUFATO, L. Análise de custo de implantação de lúpulo na região do planalto sul catarinense. **Revista da 15ª Jornada de Pós-graduação e Pesquisa**, v. 15, n. 15, p. 721-730, 2018.

FAOSTAT. Food and agriculture data: hop. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 12 mai. 2019.

FONTES, L. S.; ALMEIDA FILHO, A. J.; PEREIRA, V. M. N.; ARTHUR, P. B.; ROSSI, R. S.; ARTHUR, V. Diversidade de algumas famílias de cigarras no município de Teresina, PI. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 12, n. 5, p. 65-69, 2018.

GAMARRA, H.; MUJICA, N.; CARHUAPOMA, P.; KREUZE, J.; KROSCHEL, J. Sweetpotato white fly, *Bemisia tabaci* (Gennadius 1989) (Biotype B). In: KROSCHEL, J.; MUJICA, N.; CARHUAPOMA, P.; SPORLEDER, M. (eds.). **Pest distribution and risk atlas for Africa. Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated biocontrol agents under current and future climates**. Lima: International Potato Center (CIP), 2016. p. 85-99.

GARDINER, M. M.; BARBOUR, J. D.; JOHNSON, J. B. Arthropod diversity and abundance on feral and cultivated *Humulus lupulus* (Urticales: Cannabaceae) in Idaho. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 3, p. 564-574, 2003.

HILLER, S; GALE, G; ALFRED, H. **Growing Hops - In the Home Garden**. vol 19, 1996. 3p. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/assets.cce.cornell.edu/attachments/35693/Growing_Hops_at_home.pdf?1549036826>. Acesso em: 02 jul. 2020.

HRNČIČ, M. K.; ŠPANINGER, E.; KOŠIR, I. J.; KNEZ, Ž.; BREN, U. Hop compounds: extraction techniques, chemical analyses, antioxidative, antimicrobial, and anticarcinogenic effects. **Nutrients**, v. 11, n. 2, p. 1-37, 2019. <https://doi.org/10.3390/nu11020257>

KAIRO, M. T. K.; LOPEZ, V. F.; POLLARD, G. V.; HECTOR, R. Biological control of coconut whitefly, *Aleurodicus pulvinatus*, in Nevis. **Biocontrol News and Information**, v. 22, n. 2, p. 45N-50N, 2001.

KUMAR, V.; FRANCIS, A.; AHMED, M.; MANNION, C.; STOCKS, I.; ROHRIG, E.; MCKENZIE, C.; OSBORNE, L. **Solanum whitefly, pepper whitefly (suggested common names) *Aleurotrachelus trachoides* Back (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae: Aleyrodinae)**. Gainesville: IFAS Extension, University of Florida, 2016. 5p.

LAWANPRASERT, A. **Response of hop cultivars to two-spotted spider mite infestation**. 510p. 1994. Thesis (Ph.D. in Agricultural Science) - University of Tasmania.

LIU, M.; HANSEN, P. E.; WANG, G.; QIU, L.; DONG, J.; YIN, H.; QIAN, Z.; YANG, M.; MIAO, J. Pharmacological profile of xanthohumol, a prenylated flavonoid from hops (*Humulus lupulus*). **Molecules**, v. 20, v. 1, p. 754-779, 2015.

LIZOTTE, E. Pest alert: European corn borer in Michigan hop (2019). Disponível em: <<https://www.canr.msu.edu/news/pest-alert-european-corn-borer-in-michigan-hop>>. Acesso em: 28/03/2020.

LÚPULO DE NOVA FRIBURGO. **Lúpulo Nova Friburgo, produção e comercialização de flores lúpulo**. Disponível em: <https://lupulonovafriburgo.com/2019/03/06/nova-data-da-2a-festa/>. Acesso em: 18 mai. 2019.

MAHAFFEE, W.; PETHYBRIDGE, S.; GENT, D. (eds.). **Compendium of hop diseases and pests**. St. Paul: American Phytopathological Society Press, 2009. 93p. Disponível em: <<https://issuu.com/scisoc/docs/43764>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa Nº 39, de 1 de outubro de 2018. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43460217/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-39-de-1-de-outubro-de-2018-43460055. Acesso em: 28 jul. 2019.

MARCOS, J. A. M.; NADAL, J. L. O.; ANDIÓN, J. P.; ALONSO, J. V.; PEDREIRA, J. M. D.; PAZ, J. F. **Guia del cultivo del lúpulo**. Galícia: [s.ed.], 2011. 33p

MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; QUEIROZ, R. B., ZANUNCIO J.S. Pragas do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 37, n. 293, p. 30-42, 2016

MARTIN, J. H.; MOUND, L. A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). **Zootaxa**, n. 1492, p. 1-84, 2007.

MAURER, K.; LAMONDIA, J. **Guidelines for integrated pest management for hops in Connecticut**. New Haven: The Connecticut Agricultural Experiment Station, 2017. 14 p. (Bulletin, 1050).

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.

MULLER, C.; MARCUSSO, E. A cerveja no Brasil: O ministério da agricultura informando e esclarecendo. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. 5p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf/view>. Acesso em: 21 mai. 2019.

MULLER, C.; MARCUSSO, E. **MAPA informa: as cervejarias continuam a crescer**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. 4p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/as-cervejas-continuam-a-crescer.pdf.pdf/view>. Acesso em: 21 mai. 2019.

NASCIMENTO, S. R.; FORTUNA, G. C.; GUERRA, A. B. R. A. P.; SABINO, B. C. C.; HORÁCIO, C. H. R.; CAMPOS, O. P.; MENEZES, G. B.; KOVACS, J. O.; VASCONCELLOS, L. V.; BONFIM, F. P. G. Entomofauna associada ao manejo orgânico e convencional de lúpulo cultivado no oeste paulista. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES E PRODUTORES DE LÚPULO (I ENBRALÚPULO), 1., Jaboticabal, 2019. Anais... Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Câmpus de Botucatu. Disponível em: <<http://lupulo.fca.unesp.br/lupulo/OCS/index.php/SIMLUP/ENBRALUPULO2019/paper/viewFile/56/29>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

O'NEAL, S. D., WALSH, D. B.; GENT, D. H. **Field guide for integrated pest management in hops**. Pullman: U.S. Hop Industry Plant Protection Committee, 2015. 3.ed. 112p. Disponível em: https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop_Field_Guide_Third_Edition.pdf

OLŠOVSKÁ, J.; BOŠTÍKOVÁ, V.; DUŠEK, M.; JANDOVSKÁ, V.; BOGDANOVÁ, K.; ČERMÁK, P.; PAVEL BOŠTÍK, P.; MIKYSKA, A.; KOLÁŘ, M. *Humulus lupulus* L. (hops) - a valuable source of compounds with bioactive effects for future therapies. **Military Medical Science Letter**, v. 85, n. 1, p. 19-30, 2016. DOI: 10.31482/mmsl.2016.004.

OUVRARD, D.; MARTIN, J. H. The white-flies - taxonomic checklist of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Available from Internet: <http://www.hemiptera-databases.org/whiteflies/>. Acesso em: 24/04/2020.

PERAGINE, J. N. **Growing your own hops, malts, and brewing herbs**. Ocala: Atlantic Publishing Company, 2011. 336 p.

REINOLD, M. Lúpulo: o tempero da cerveja. Cervesia, tecnologia cervejeira. 2016. Disponível em: <https://cervesia.com.br/artigos-tecnicos/tecnicos/materia-prima/lupulo/821-lupulo-o-tempero-da-cerveja.html>. Acesso em: 21 mai. 2019.

RINCON, D. F.; VASQUEZ, D. F.; RIVERA-TRUJILLO, H. F.; BELTRÁN, C.; BORRERO-ECHEVERRY, F. Economic injury levels for the potato yellow vein disease and its vector, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), affecting potato crops in the Andes. **Crop Protection**, v. 119, p. 52-58, 2019.

RODRIGUES, M. A.; CASTRO, J. P.; MORAES, J. S. A cultura do lúpulo em Portugal: passado, presente e futuro. **Voz do Campo**, n. 185, p. 40-41, 2015

ROSA, A. P. S. A.; TRECHA, C. O.; MEDINA, L. B.; **Bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) visando fornecer subsídios para estudos de criação em dieta artificial**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 31 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 375). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/999017/1/documento375webIncluido.pdf>. Acessado em 09/04/2020.

SIRRINE, J. R.; ROTHWELL, N.; LIZOTTE, E.; GOLDY, R.; MARQUIE, S.; BROWN-RYTLEWSKI, D. E. **Sustainable hop production in the Great Lakes region**. Michigan: Michigan State University, 2010. 12 p. (Extension Bulletin E-3083).

SMALL, E. 51. Hop (*Humulus lupulus*) – a bitter crop with sweet prospects. **Biodiversity**, v. 17, n. 3, p. 115-127, 2016. DOI: 10.1080/14888386.2016.1199327

SPÓSITO, M. B.; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ/Divisão de Biblioteca, 2019. 81 p. (Série Produtor Rural, 68). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334672293_A_Cultura_do_Lupulo>. Acesso em: 09 fev. 2020.

SUH, S-J. New records of Korean whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 12, n. 1, p. 45-49, 2009.

TEIXEIRA, A. J.; SILVA, M. L. P. **Desenvolvimento e adaptabilidade da cultura do lupulo na região serrana fluminense – perspectivas & entraves**. Niterói: Emater-Rio,

2019. 16 p. Disponível em: <https://issuu.com/redelupulo/docs/nota_tecnica_lupulo_emater_rio>. Acesso em: 24 abr. 2020.

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H. J.; PANDOLFO, C.; SILVA JÚNIOR, V. P. BACIC, I.; LAUS NETO, J.; SOLDATELI, D.; GEBLER, E.; ORE, J. D.; ECHEVERRIA, L.; MATTOS, M., SUSKI, P. P. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1999. 1010 p. Disponível em: <http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/images/documentos/ZonAgroecoMapas.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019.

TURNER, S. F.; BENEDICT, C. A.; DARBY, H.; HOAGLAND, L. A.; SIMONSON, P.; SIRRINE, J. R.; MURPHY, K. M. Challenges and opportunities for organic hop production in the United States. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 6, p. 1645-1654, 2011.

TVP-TV PREFEITO. Prefeito Renato Bravo participa de lançamento de nova linha de crédito pra financiamento da cultura do Lúpulo em Nova Friburgo [18 de abril de 2019]. Disponível em: <<http://tvprefeito.com/prefeito-renato-bravo-participa-de-lancamento-de-nova-linha-de-credito-pra-financiamento-da-cultura-do-lupulo-em-nova-friburgo/>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

VOSTŘEL, J.; KLAPAL, I.; KUDRNA, T. **METODIKA Ochrany chmele proti dřepčíku chmelovému (*Psylliodes attenuatus* Koch)**. Žatec: Chmelařský institut s.r.o., 2010. 40 p.

WOODS, J.; DREVES, A.; JAMES, D.; LEE, J.; WALSH, D.; GENT, D. H. Development of biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae) in Oregon hop yards. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 2, p. 570-581, 2014.

WOSULA, E. N.; EVANS, G.A.; ISSA, K.A.; LEGG, J.P. Two new invasive whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) to Tanzania. **African Entomology**, v. 26, n. 1, p. 259-264, 2018.

ZHENG, H.; WU, Y.; DING, J.; BINION, D.; FU, W.; REARDON, R. **Invasive plants of Asian origin established in the United States and their natural enemies**. Morgantown: USDA Forest Service. 2.ed., 2006. 160 p. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/IPAOv1ed2.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2019.

**4 CAPÍTULO I. NÍVEIS DE INFESTAÇÃO DO ÁCARO RAJADO
(ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CINCO VARIEDADES DE
LÚPULO E SEUS INSETOS PREDADORES EM DOIS
MUNICÍPIOS FLUMINENSES**

RESUMO

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae), conhecido vulgarmente como ácaro rajado, tem sido considerado a principal praga-chave do lúpulo cultivado em vários países, incluindo o Brasil. Este trabalho teve o objetivo de avaliar os níveis de infestação desse ácaro em cinco variedades de lúpulo (Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria) cultivadas nos municípios de Cordeiro e Nova Friburgo, RJ, e levantar espécies de insetos predadores desse ácaro que infesta as plantas de lúpulo. O estudo foi realizado em duas unidades produtivas de lúpulo (uma por município), de outubro/2019 a janeiro/2020. Cinco plantas de cada variedade de lúpulo foram amostradas mensalmente, coletando-se duas folhas por planta, num total de dez folhas por variedade em cada amostragem. As folhas foram analisadas em laboratório para contagem dos ácaros (ovos, ninfas e adultos) e determinação dos níveis de infestação expressos em escala de notas (0 = nenhum indivíduo por folha, 1 = 1 a 5 indivíduos por folha, 2 = 6 a 10 indivíduos por folha, 3 = 11 a 15 indivíduos por folha, 4 = 16 a 20 indivíduos por folha e 5 = 21 ou mais indivíduos por folha, podendo ser ovos e/ou ninfas + adultos), bem como avaliar a presença de insetos predadores. Exemplares desses artrópodes foram enviados a taxonomistas para identificação. A análise estatística univariada foi aplicada aos dados de níveis de infestação de ácaro rajado por meio do uso de modelo linear misto ($p = 0,05$). Todas as variedades de lúpulo foram hospedeiras de *T. urticae*, que ocorreu em suas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, formas jovens e adulto), nos dois locais de coleta. Todavia, as variedades mostram-se igualmente susceptíveis ao ácaro rajado em ambos os locais. Observou-se ainda que os níveis de infestação de *T. urticae* foi significativamente maior em Nova Friburgo (nota média: $1,06 \pm 0,24$ para ovos e $0,96 \pm 0,22$ para ninfas + adultos, respectivamente) do que em Cordeiro (nota média: $0,13 \pm 0,04$ para ovos e $0,12 \pm 0,04$ para ninfas + adultos, respectivamente). Duas espécies de tripes do gênero *Scolothrips* Hinds [*S. sexmaculatus* (Pergande) e *S. pallidus* (Beach)] (Thysanoptera: Thripidae) e joaninhas do gênero *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae, Stethorini) foram identificadas como insetos predadores desse ácaro. Uma espécie fitófaga de tripes foi identificada: *Frankliniella gemina* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae), sendo pouco frequente e ocorrendo em número reduzido. Contudo, o potencial desses artrópodes fitófagos como praga-chave da cultura do lúpulo no Brasil precisa ser melhor investigado. Ademais, o estudo dos insetos predadores nessas plantas também pode trazer informações úteis para o manejo de pragas através do controle biológico natural.

Palavras-chaves: Ácaro fitófago, *Humulus lupulus*, tripes predador, joaninha acaridófaga, relação tri-trófica.

ABSTRACT

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae), commonly known as the two-spotted spider mite (TSSM), has been considered the main key pest of hops grown in several countries, including Brazil. This work aimed to evaluate the infestation levels of this mite in five varieties of hops (Brasylnsk, Cascade, Hallertau, Saaz and Victoria) cultivated in the municipalities of Cordeiro and Nova Friburgo, RJ, and to survey species of insect predators of this mite infesting the hop plants. The study was carried out in two hops production units (one per municipality), from October/2019 to January/2020. Five plants of each hop variety were sampled at random and monthly, with the aid of a 20x hand lens, collecting two leaves infested with TSSM per plant, in a total of ten leaves per variety in each sampling. The leaves were analyzed in the laboratory to count the mites (eggs, nymphs and adults) and to determine the levels of infestation expressed in a scale of scores (0 = no individual per leaf, 1 = 1 to 5 individuals per leaf, 2 = 6 to 10 individuals per leaf, 3 = 11 to 15 individuals per leaf, 4 = 16 to 20 individuals per leaf and 5 = 21 or more individuals per leaf, which may be eggs and/or nymphs + adults), as well as assessing the presence of predatory insects. Specimens of these arthropods were sent to taxonomists to identify the species. The univariate statistical analysis was applied to the data of the TSSM infestation levels using the mixed linear model ($p = 0.05$). All varieties of hops were hosts of the TSSM, which occurred in its different stages of development (egg, young forms and adult), in the two collection sites. However, the varieties are equally susceptible to the TSSM in both places. It was also observed that the levels of TSSM infestation were significantly higher in Nova Friburgo (average score: 1.06 ± 0.24 for eggs and 0.96 ± 0.22 for nymphs + adults, respectively) than in Cordeiro (average score: 0.13 ± 0.04 for eggs and 0.12 ± 0.04 for nymphs + adults, respectively). Two species of thrips of the genus *Scolothrips* Hinds [*S. sexmaculatus* (Pergande) and *S. pallidus* (Beach) (Thysanoptera: Thripidae)] and ladybugs of the genus *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae, Stethorini) were identified as predatory insects of the TSSM. A phytophagous species of thrips was identified: *Frankliniella gemina* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae), being infrequent and occurring in a very small number. However, the potential of these phytophagous arthropods as a key pest of hops in Brazil needs to be further investigated. Furthermore, the study of predatory insects in these plants can also provide useful information for pest management through natural biological control.

Key words: Spider mite, *Humulus lupulus*, predatory thrips, acariphagous lady beetle, tri-trophic interaction.

4.1 Introdução

O lúpulo (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) é cultivado para obtenção das flores femininas chamadas de cone (flores não fertilizadas das plantas fêmeas), as quais apresentam as glândulas (lupulina) que produzem as substâncias químicas que conferem características importantes à cerveja: as resinas, que são ricas em ácidos que conferem o sabor (amargor), os óleos essenciais que conferem aroma, e os polifenóis responsáveis pelas propriedades antioxidantes, portanto, contribuindo para a estabilidade físico-química e microbiológica dessa bebida (ALMAGUER et al., 2014).

Segundo a base de dados da FAO, 29 países produzem lúpulo no mundo, totalizando 91.811 hectares, com uma produção de 148.603 toneladas em 2017. Os cinco países com maior produção de lúpulo são Alemanha, China, Etiópia, Estados Unidos da América e República Checa. Na América do Sul, apenas a Argentina está registrada como país produtor de lúpulo, com uma produção de 472 toneladas numa área de 385 hectares em 2017 (FAOSTAT, 2019; STATISTA, 2019). A Nova Zelândia é referência na produção de lúpulo orgânico (KNEEN, 2018).

O setor brasileiro de cerveja representou 1,6% do PIB nacional, com um faturamento de R\$ 107 bilhões em 2016, produzindo 140 milhões de hectolitros (mi hl) de cerveja, ficando apenas atrás da líder China (460 mi hl) e dos EUA (221 mi hl), mas à frente da Alemanha (95 mi hl) e da Rússia (78 mi hl) (CERVBRASIL, 2016; MULLER & MARCUSSO, 2017; BARTH-HAAS, 2019).

O Brasil, mesmo sendo o terceiro maior fabricante de cerveja do mundo, importa muita matéria prima, particularmente o malte e o lúpulo, principalmente na forma de cones processados em péletes, ocasionando uma elevação no valor do produto, limitando sua utilização por cervejarias artesanais (RODRIGUES et al., 2015; BERBERT, 2017). O uso do cone *in natura* (lúpulo em flor fresco) tem ganhado notoriedade no país, visando atender ao aumento da demanda do setor de fabricação de cerveja artesanal, mas ainda há baixa oferta desse produto no mercado brasileiro. Todavia, esse cenário vem mudando rapidamente.

Por ser uma planta de origem europeia, o cultivo de lúpulo está passando por adaptações para ser cultivado com boa produtividade em solos brasileiros. O menor sucesso na produção nacional se deve ao clima, que apresenta altas temperaturas e as baixas oscilações de horas de luz solar entre as estações do ano. No Brasil as regiões produtoras se localizam na região sul e sudeste, como nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, mas também há cultivos nos estados do Mato Grosso e da Bahia.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) apresenta dados indicando que o número de cervejarias registradas cresceu 23% em 2018, sendo uma média de uma cervejaria aberta no Brasil, a cada dois dias, no ano de 2018 (MULLER & MARCUSSO, 2018). Devido ao crescimento no setor de cervejaria artesanal houve maior visibilidade na área de cultivo de lúpulo no estado do Rio de Janeiro, sendo lançado em abril de 2019, no Palácio Guanabara-RJ, uma linha de crédito rural específica para esta cultura na região serrana fluminense (ENTRE-RIOS JORNAL, 2019).

Com o aumento da área cultivada de lúpulo no Brasil, problemas fitossanitários já foram evidenciados em municípios produtores do estado do Rio de Janeiro, como os danos causados pelo ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em cultivo de lúpulo no município de Cachoeiras de Macacu (TEIXEIRA & SILVA, 2019). Em Botucatu-SP, no I Encontro Brasileiro de Pesquisadores e Produtores de Lúpulo, Nascimento et al. (2019) apresentaram um trabalho sobre avaliação da entomofauna presente no primeiro ciclo de cultivo do lúpulo, e evidenciaram também a ocorrência do

ácaro rajado como praga que apresenta grande potencial de prejuízo para a produção dessa cultura tanto no manejo orgânico como no convencional. O ácaro rajado é uma pragachave do lúpulo nos países com tradição no cultivo dessa planta, podendo diminuir significativamente a produção e a qualidade dos cones, que se tornam secos e quebradiços (LAWANPRASERT, 1994; GARDINER et al., 2003; SIRRINE et al., 2010; MARCOS et al., 2011; TURNER et al., 2011; CALDERWOOD et al., 2015; O'NEAL et al., 2015; DODDS, 2017; MAURER & LAMONDIA, 2017; NDIAYE, 2017; 2018). A identificação de cultivares de lúpulo resistentes seria ideal para reduzir os danos às plantas causados por essa praga; todavia, estudos nessa área foram apenas conduzidos no exterior (PETERS & BERRY, 1980; LAWANPRASERT, 1994).

Tetranychus urticae é uma espécie polífaga de ácaro fitófago, alimentando-se e reproduzindo-se em mais 180 espécies de plantas, presente em vários países e é considerada uma praga responsável por grandes perdas na agricultura, abrangendo culturas de interesse econômico como algodão, soja, hortaliças (e.g., mandioca, berinjela, mandioquinha-salsa, pimentão e tomate), fruteiras (e.g., abacateiro, macieira, mamoeiro, morangueiro, pereira, pessegueiro, videira), mamona, erva-mate, plantas ornamentais e de flores de corte, como roseiras (FLECHTMANN, 1985; AGUIAR et al., 1995; GENT et al., 2010; VALADÃO et al., 2012).

Apesar de existir várias marcas comerciais de acaricidas inorgânicos (enxofre), acaricidas biossintéticos (avermectina), acaricidas botânicos (azadiractina) e acaricidas sintéticos, como piretróides, pirazóis e feniltiouréia, registradas no Brasil pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle do ácaro rajado em diferentes culturas, essas não incluem o lúpulo (AGROFIT, 2020).

Se não for controlado, pode causar grande perda da produção, mas é uma praga de difícil controle através de acaricidas sintéticos, seja pela própria dificuldade do produto atingi-los quando estão protegidos pelas teias que tecem na planta, como também devido ao desenvolvimento de resistência a esses produtos químicos pelo ácaro rajado em poucos anos ou pelos impactos negativos desses produtos sobre organismos predadores dessa praga, fazendo com que haja uma busca por métodos alternativos de controle, como o controle biológico (YONG, 1989; GENT et al., 2010; TURNER et al., 2011).

Todavia, há registro de produtos fitossanitários biológicos à base de ácaros predadores [*Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae)] e de acaricida microbiológico à base do fungo *Hirsutella thompsonii* (Fischer) (Deuteromycetes) contra o ácaro rajado, porém, sem avaliação do desempenho destes agentes de biocontrole na cultura do lúpulo (AGROFIT, 2020).

Dessa forma, os estudos que identifiquem os inimigos naturais do ácaro rajado no Brasil presentes em lúpulo são importantes, sendo que o ácaro rajado já foi reportado como presa de joaninhas, como *Stethorus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae), tripses predadores do gênero *Scolothrips* Hinds (Thysanoptera: Thripidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) nessa cultura em outros países (CHAZEAU, 1985; CONGDON et al., 1993; MORAES, 2002; BARBER et al., 2003; GENT et al., 2010; SALAHY et al., 2011).

Este estudo foi conduzido com os objetivos de avaliar os níveis de infestação do ácaro rajado (*T. urticae*) em cinco variedades de lúpulo e levantar espécies de insetos predadores desse ácaro associadas ao lúpulo cultivado nos municípios de Cordeiro e Nova Friburgo, RJ.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Locais de estudo e variedades avaliadas

O estudo foi realizado em unidades produtivas de lúpulo (*Humulus lupulus*) na Fazenda Bonsucesso, no município de Cordeiro (latitude: 22°01'44"S, longitude: 42°21'39"O e 485 m de altitude) e no Viveiro de Lúpulo Paulo Cordeiro, distrito de Amparo do município de Nova Friburgo (latitude 22°16'55"S e longitude: 42°31'52"W; altitude: 846 m).

Durante o estudo, a atividade principal da Fazenda Bonsucesso e de seu entorno era a pecuária leiteira, portanto, com predomínio de pastagem na fazenda e na paisagem do entorno. O cultivo de lúpulo encontrava-se em área declivosa (Figura 1) e com plantio novo e pequeno de framboesa (*Rubus idaeus* L., Rosaceae) e amora preta (*Rubus* sp., Rosaceae), presença de algumas mudas de graviola (*Annona muricata* L., Annonaceae) e as áreas de meia-encosta apresentavam grau acentuado de erosão. O cultivo de lúpulo constava de 100 plantas, sendo 50 de Cascade, 35 de Saaz e 5 de Brazylinsk, Hallertau e Victoria. Nas entrelinhas do lúpulo, a vegetação espontânea não foi manejada.



Figura 1. Área de cultivo de lúpulo (*Humulus lupulus*) monitorado na Fazenda Bonsucesso, município de Cordeiro, RJ, em 20/11/2019 (Foto: Patricia S. C. Fernandez).

O município de Nova Friburgo destaca-se pela produção de flores e hortaliças, com áreas de produção próximas ao Viveiro de Lúpulo Paulo Cordeiro, onde o lúpulo foi cultivado em área plana (Figura 2) e manejo do mato nas entrelinhas através de capinas. Um total de 12 variedades de lúpulo estavam cultivadas na área.

Os artrópodes foram monitorados em cinco variedades de lúpulo: Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria, nas propriedades dos dois municípios. As plantas foram conduzidas no sistema de treliça de 7 metros de altura (Figura 1 e 2), com sistema de irrigação por gotejamento e não receberam aplicação de acaricidas ou qualquer outro produto fitossanitário durante a condução do estudo.



Figura 2. Área de cultivo de lúpulo (*Humulus lupulus*) monitorado no distrito de Amparo, município de Nova Friburgo, em 21/01/2020 (Foto: Patricia S. C. Fernandez).

4.2.2 Amostragem, identificação e monitoramento dos artrópodes

As amostragens foram realizadas mensalmente durante a fase vegetativa do lúpulo até o início do florescimento no período de outubro/2019 a janeiro/2020, totalizando seis coletas (03/10/2019, 17/10/2019, 01/11/2019, 20/11/2019, 13/12/2019 e 21/01/2020).

Quinze dias antes da primeira amostragem, folhas das plantas de cada variedade de lúpulo foram previamente inspecionadas, com auxílio de lupa de bolso de 20x, para certificar-se da presença do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) em suas diferentes fases (ovo, ninfas e adulto), baseando-se em descrições na literatura (AUGER et al., 2013), bem como obter amostras de exemplares para envio a taxonomista do grupo para identificação conclusiva. Para cada variedade, cinco plantas que apresentaram pelo menos uma folha infestada por ácaro rajado foram selecionadas para condução das amostragens (Figuras 3 e 4).

Os artrópodes foram amostrados por meio da coleta de folhas de lúpulo. Em cada planta selecionadas, foram coletadas duas folhas ao acaso, totalizando dez folhas por variedade. As folhas foram acondicionadas individualmente e com a face abaxial voltada para cima dentro de potes plásticos transparentes de 250 ml, que foram em seguida etiquetados. Os potes referentes a cada variedade foram, por sua vez, acondicionados em sacos plásticos transparentes a fim de facilitar o transporte para triagem no laboratório. Nas demais amostragens, foi adotado esse mesmo procedimento para a coleta das folhas.

No mesmo dia da coleta, as folhas foram transportadas para o laboratório do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), *campus* de Seropédica, RJ. Os potes foram mantidos em geladeira ao redor de 10°C para paralisar o desenvolvimento das fases do ácaro (RIahi et al., 2013).

No dia seguinte à coleta, as folhas foram examinadas em microscópio estereoscópico para verificar a presença de indivíduos do ácaro rajado na superfície inferior (abaxial) de cada folha e proceder a contagem deles (ovos, ninfas e adultos). Para facilitar a contagem, aplicou-se a escala de notas descrita na Tabela 1, que foi elaborada considerando que o nível de ação para controle químico do ácaro rajado (*T. urticae*), na fase vegetativa do lúpulo, adotado na América do Norte, é 5 a 10 ácaros por folha (STRONG & CROFT, 1995; GENT et al., 2010; SIRRINE et al., 2010; FILOTAS, 2012).

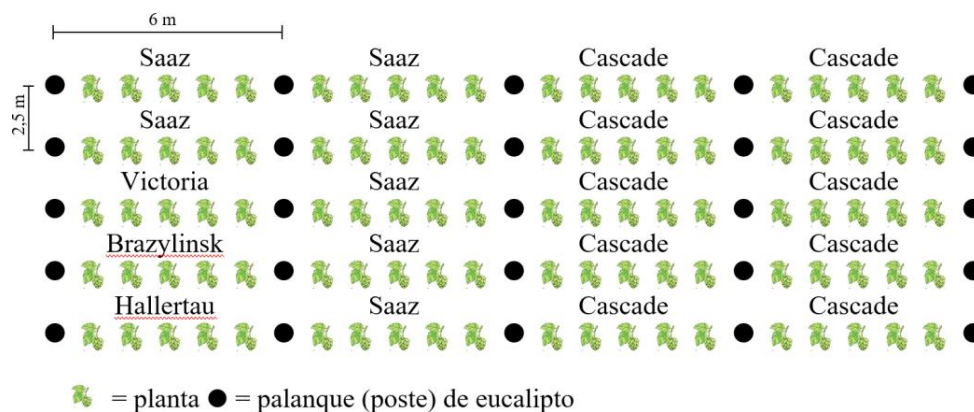


Figura 3. Disposição das plantas de cinco variedades de lúpulo (*Humulus lupulus*) na propriedade do município de Cordeiro, RJ.

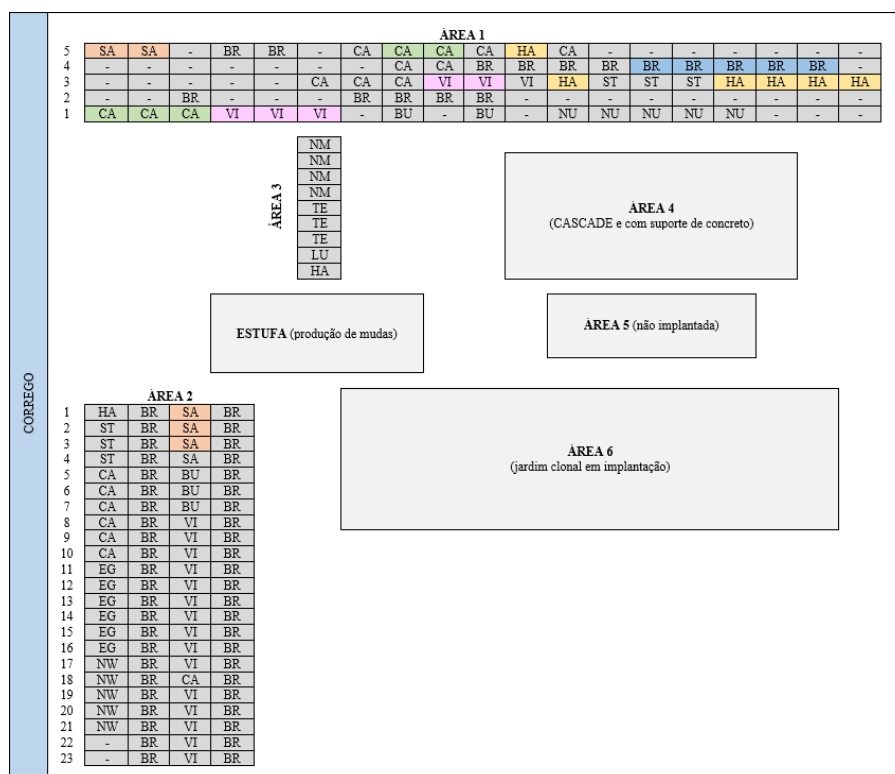


Figura 4. Desenho ilustrativo da disposição das plantas de doze variedades de lúpulo (*Humulus lupulus*) cultivadas na propriedade do município de Nova Friburgo, RJ. BR = Brazylinsk, BU = Bullion, CA = Cascade, EG = East Kent Goldings, HA = Hallertau, LU = Lublin, NM = New México, NU = Nugget, SA = Saaz, ST = Spalt, TE = Tettninger e VI = Victoria. Os números correspondem a linha de plantio. Áreas em cinza correspondem às plantas ou áreas não monitoradas.

No início do desenvolvimento das plantas até que atingissem 1,5 metro de altura, coletou-se as folhas do terço inferior das plantas. Com o desenvolvimento das plantas, as coletas das folhas foram feitas entre o terço mediano e superior, utilizando-se de uma escada de alumínio dobrável, pois as plantas chegam a atingir a altura de até sete metros no final do ciclo de produção.

Tabela 1. Escala de notas utilizada para avaliar a infestação de ácaros fitófagos nas folhas das variedades de lúpulo nos municípios de Cordeiro e Nova Friburgo, RJ.

Nota	Número de ovos	Número de formas móveis
0	Nenhum ovo	Nenhuma forma móvel
1	1 a 5 ovos por folha	1 a 5 ninfas + adultos por folha
2	6 a 10 ovos por folha	6 a 10 ninfas + adultos por folha
3	11 a 15 ovos por folha	11 a 15 ninfas + adultos por folha
4	16 a 20 ovos por folha	16 a 20 ninfas + adultos por folha
5	21 ou mais ovos por folha	21 ou mais ninfas + adultos por folha

Amostras de folhas infestadas com ácaros identificados visualmente como ácaro rajado foram coletadas (previamente e em todo o período de monitoramento) e imersas em álcool 70% em potes plástico de 250 ml e vedados com tampa de rosca, embalados e enviados para identificação conclusiva por taxonomista do grupo.

Adultos e formas jovens (exceto ovo) de tripes e joaninhas predadores foram também encontrados nas folhas infestadas por ácaro. Formas jovens desses insetos foram mantidos em potes com folhas infestadas com ácaros fitófagos em laboratório do CIMP, com condições ambientais controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ e 12h de fotoperíodo), para que completassem seu desenvolvimento até a fase adulta. Esses potes foram observados diariamente para verificar a existência da predação dos ácaros fitófagos, bem como o desenvolvimento das formas jovens dos insetos. Na ausência ou carência de presa (ácaro rajado) nos potes, mais ácaros presentes em folhas coletadas além das amostras e mantidas em sala climatizada a 17°C (reserva de presas) foram acrescentados nos potes para garantir o completo desenvolvimento dos insetos.

Exemplares dos adultos dos insetos foram coletados com pincéis finos, acondicionados em microtubos de centrifugação de 2 ml preenchidos com álcool 70%, e enviados para taxonomistas especialistas dos grupos para identificação.

Dados meteorológicos do município de Nova Friburgo durante o período de estudo foram obtidos no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (<http://www.inmet.gov.br/portal/>) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através dos dados disponibilizados pelas Estações Automáticas, na aba Estações e Dados, para avaliar as condições de tempo nos dias de coleta. Todavia, esses dados não foram encontrados em sua totalidade para o município de Cordeiro, portanto, não incluídos nesse trabalho.

4.2.3 Análise estatística

A análise estatística univariada foi aplicada aos dados referente aos níveis de infestação do ácaro rajado (em escala de nota) por meio do uso de modelo linear misto com o pacote lme4 do software R (R CORE TEAM, 2020). As pressuposições para análise de variância do modelo foram previamente testadas. Na modelagem, os fatores locais (Nova Friburgo e Cordeiro), variedades (Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria) e a interação entre eles foram considerados como de efeitos fixos e as datas de coleta das amostragens (03/10/2019, 17/10/2019, 01/11/2019, 20/11/2019, 13/12/2019, 21/01/2020) como de efeitos aleatórios. O dado de cada unidade observacional foi obtido pela média das 10 folhas amostradas (2 folhas de 5 plantas). As médias gerais entre os níveis dos fatores de local e de variedade e da interação entre eles foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas adotando a probabilidade de significância de $p = 0,05$.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Artrópodes fitófagos do lúpulo

Duas espécies de artrópodes fitófagos foram coletadas nas plantas de lúpulo em Nova Friburgo e Cordeiro, sendo uma da classe Arachnida (ácaro) e outra da classe Insecta (inseto). Os espécimes do ácaro fitófago foram identificados como *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), sendo coletados nas folhas das cinco variedades de lúpulo (Figura 5), tanto na fase de ovo como nas fases jovem e adulta, em ambos os municípios.

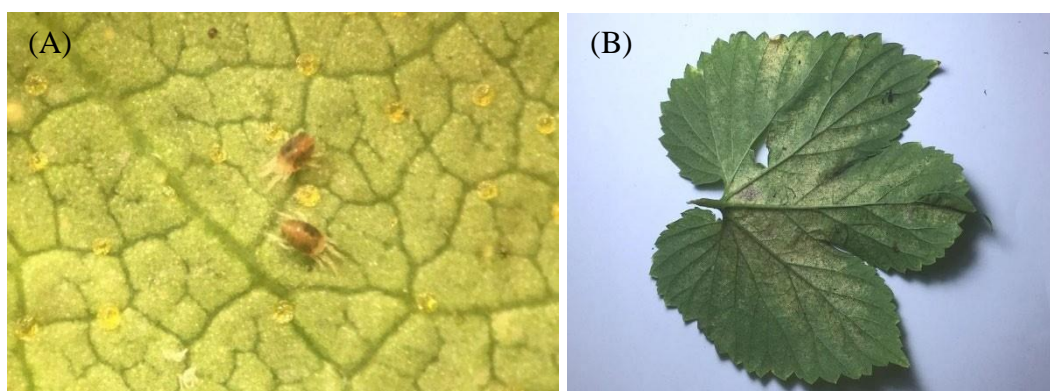


Figura 5. (A) adultos do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) sobre folha de lúpulo (estruturas arredondadas referem-se as glândulas foliares na face abaxial), e (B) folha de lúpulo (face abaxial) infestada por colônia do ácaro rajado, exibindo sintomatologia de ataque (amarelecimento do limbo foliar) (Fotos: Patricia S. C. Fernandez).

A interação do ácaro rajado com o lúpulo já foi registrada em diferentes países, onde inclusive é considerada praga dessa cultura (YONG, 1989; LAWANPRASERT, 1994; GARDINER et al., 2003; WEIHRAUCH, 2005; SIRRINE et al., 2010; MARCOS et al., 2011; CALDERWOOD et al., 2015; DODDS, 2017; MAURER & LAMONDIA, 2017; NDIAYE, 2017; 2018). No Brasil, a ocorrência desse ácaro na cultura do lúpulo foi recentemente registrada por alguns autores (AQUINO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019; TEIXEIRA & SILVA, 2019).

O inseto fitófago coletado tratou-se de um tripses que foi identificado como *Frankliniella gemina* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae). Segundo Cavalleri et al. (2006), essa espécie de tripses vive em flores de diversas espécies de plantas, mas principalmente Asteraceae, mas é encontrado em inflorescência de videira (*Vitis* spp.), podendo causar prejuízos a essa cultura no Brasil (CAVALLERI et al., 2006; BOTTON et al., 2017). De acordo com Cavalleri et al. (2020), esse tripses foi reportado como praga secundária em videiras no Brasil e como vetor de Tospovirus; entretanto, esses autores argumentam a necessidade de confirmação desse registro.

O tripses fitófago foi pouco frequente e ocorrendo em número reduzido. Dessa forma, o ácaro rajado foi considerado a principal artrópode fitófago presente nas plantas do lúpulo nos dois locais de estudo, devido ter ocorrido com maior frequência e abundância em relação ao tripses. Assim, os resultados a seguir apresentados referem-se ao ácaro rajado.

4.3.2 Níveis de infestação e flutuações populacionais do ácaro rajado

No geral, os níveis de infestação do ácaro rajado, tanto na fase de ovo como nas fases jovem e adulta, foram significativamente mais elevados em Nova Friburgo do que em Cordeiro (Tabela 2). Entre os dois locais, as variedades Cascade, Hallertau e Saaz sofreram maiores níveis de infestação do ácaro rajado em Nova Friburgo do que em Cordeiro, enquanto Brazylinsk e Victoria foram igualmente infestadas em ambos os locais.

Tabela 2. Médias das notas atribuídas para o número de ovos e de ninfas mais adultos do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) encontrados nas folhas de cinco variedades de lúpulo (*Humulus lupulus*), nos municípios de Nova Friburgo e Cordeiro, RJ, de 03/10/2019 a 21/01/2020.

Estágio	Variedade	Nova Friburgo	Cordeiro	Média Geral
Ovo	Brazylinsk	0,45 ± 0,25 a A	0,13 ± 0,08 a A	0,29 ± 0,13 A
	Cascade	1,18 ± 0,52 b A	0,17 ± 0,06 a A	0,68 ± 0,29 A
	Hallertau	1,57 ± 0,73 b A	0,07 ± 0,05 a A	0,82 ± 0,42 A
	Saaz	1,38 ± 0,72 b A	0,03 ± 0,02 a A	0,71 ± 0,40 A
	Victoria	0,72 ± 0,35 a A	0,23 ± 0,16 a A	0,48 ± 0,20 A
	Média Geral	1,06 ± 0,24 b	0,13 ± 0,04 a	
Ninfa + Adulto	Brazylinsk	0,45 ± 0,17 a A	0,07 ± 0,02 a A	0,26 ± 0,10 A
	Cascade	1,08 ± 0,53 b A	0,08 ± 0,05 a A	0,58 ± 0,30 A
	Hallertau	1,30 ± 0,63 b A	0,03 ± 0,02 a A	0,67 ± 0,36 A
	Saaz	1,22 ± 0,65 b A	0,20 ± 0,18 a A	0,71 ± 0,36 A
	Victoria	0,75 ± 0,36 a A	0,20 ± 0,13 a A	0,48 ± 0,20 A
	Média Geral	0,96 ± 0,22 b	0,12 ± 0,04 a	

Valores na tabela correspondem às médias ± erros-padrão. Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na linha (entre locais) e maiúsculas na coluna (entre variedades), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As médias são provenientes de 60 dados correspondendo a amostragem de 10 folhas, sendo 2 de 5 plantas de cada variedade, em 6 datas de coleta.

Em Nova Friburgo, observou-se que o pico de infestação do ácaro rajado ocorreu em meados de outubro/2019 (Figura 6A,B), com nota média acima de 2, que correspondeu a 6 a 10 ovos ou ninfas+adultos por folha.

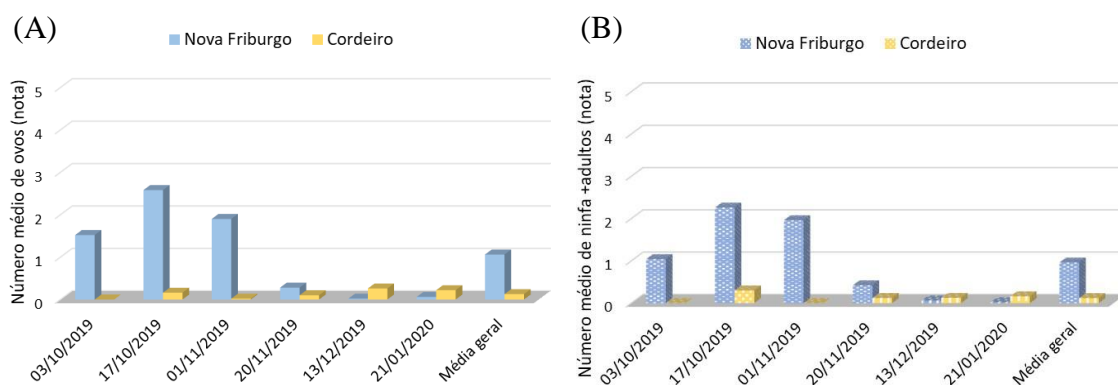


Figura 6. Níveis médios de infestação de ovos (A) e ninfas + adultos (B) de *Tetranychus urticae* em cinco variedades de lúpulo nos municípios de Nova Friburgo e Cordeiro, RJ, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.

Estudos conduzidos na América do Norte recomendam que a aplicação de acaricidas contra o ácaro rajado na cultura do lúpulo deve ser iniciada quando o monitoramento acusar que o nível populacional atingiu de 5 a 10 ácaros por folha (STRONG & CROFT, 1995; GENT et al., 2010; SIRRINE et al., 2010; FILOTAS, 2012). Dessa forma, se seguida essa recomendação, os produtores deveriam ter lançado mão desse método de controle. Contudo, Weihrauch (2005) demonstrou que as plantas de lúpulo podem tolerar densidades acima de 100 formas ativas do ácaro rajado por folha, sem diminuir adversamente o rendimento e a qualidade dos cones.

Em Cordeiro, nenhuma das fases desenvolvimento do ácaro rajado foi encontrada na primeira coleta (Figura 6A,B), vindo a aparecer na segunda coleta, quando observou o pico populacional de formas jovens e adultos, que na média foi de 0,3, correspondendo a menos de 5 ácaros por folha. Os níveis de infestação por ovos desse ácaro também foram abaixo de 1 em todas as coletas. Essa baixa densidade de ácaros, em suas diferentes fases de desenvolvimento, em Cordeiro, é provável ser devido ao fato do cultivo se encontrar dentro de uma fazenda de gado, portanto, com predomínio de pastagens. Ademais, a área de cultivo é pequena com apenas 100 plantas, sendo 50 de Cascade, 35 de Saaz e 5 de Brazylinsk, Hallertau e Victoria, tendo apenas um ano de plantio, e não havendo outros plantios próximos como ocorre em Nova Friburgo, que também tem cultivo de flores próximas à área de estudo, incluindo plantio de roseiras, as quais podem servir de plantas hospedeiras para o ácaro rajado (FLECHTMANN, 1985; AGUIAR et al., 1995).

Os níveis de infestação do ácaro rajado mais elevados em Nova Friburgo nas três primeiras coletas (meados de outubro e na primeira semana de novembro) em relação às três últimas podem ter sido também favorecidos pela ausência de chuvas nas duas primeiras coletas (Figura 7), visto que o tempo seco e quente é propício para desenvolvimento de *T. urticae* (WEIHRAUCH, 2005; SIRRINE et al., 2010; O'NEAL et al., 2015; MARTINS et al., 2016; MAURER & LAMONDIA, 2017; NDIAYE, 2017; MAHAFFEE et al., 2009). Esse fato foi também relatado por Valadão (2012) em videira, onde a maior ocorrência do ácaro rajado foi no período seco. Na terceira coleta, as folhas foram retiradas antes de iniciar a chuva que caiu a partir do meio-dia desse dia, que foi o único dia com chuva no período decorrido após a segunda coleta.

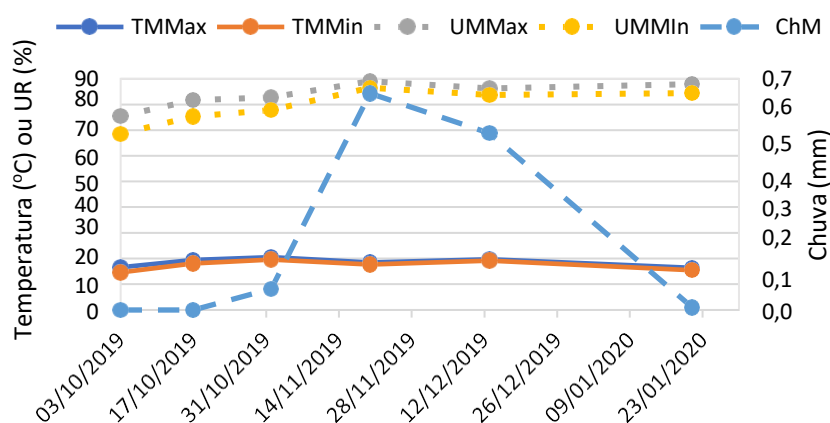


Figura 7. Condições climáticas no município de Nova Friburgo durante o período de estudo (03/10/2019 a 21/01/2020. UR = umidade relativa do ar; TMMax = temperatura média máxima, TMMin = temperatura média mínima, UMMax = umidade relativa do ar média máxima, UMMIn = umidade relativa do ar média mínima, ChM = Chuva média). Fonte dos dados: INMET (2020).

Quanto à temperatura, o ácaro rajado se desenvolve rapidamente de ovo à adulto (7 a 10 dias) numa faixa de temperatura entre 28°C a 30°C, possibilitando muitas gerações por ano (YONG, 1989; MAHAFFEE et al., 2009). O aumento da temperatura de 15°C para 30°C diminui o tempo de geração de *T. urticae* de 40 dias para 7 dias (CAMPBELL, 1991). Os valores de temperatura máxima foi de 17°C, 19°C e 21°C, enquanto a temperatura mínima foi de 15°C, 18°C e 20°C, na primeira, segunda e terceira coleta, respectivamente, portanto, com o aumento gradativo de temperatura favorável ao desenvolvimento do ácaro rajado. Lawanprasert (1994) verificou que somente a temperatura e a chuva influenciaram a populações do ácaro rajado infestando lúpulo em condições de campo.

Outra possibilidade de maiores índices de infestação do ácaro rajado no plantio em Nova Friburgo pode ser em decorrência do estresse sofrido pelas plantas devido à produtora ter manipulado muito as plantas com cortes constantes para produção de mudas.

No entanto, altas infestações do ácaro rajado, que são caracterizadas por desfolha (queda de folhas) e presença de teias secretadas pelos ácaros (O'NEAL et al., 2015), não foram observadas nas plantas das cinco variedades avaliadas nos dois municípios durante o período de estudo.

Observando as infestações das variedades ao longo do tempo (Figura 8), não foi detectado ácaro rajado, em nenhuma das fases de seu desenvolvimento, nas folhas da Brazylinsk na primeira (03/10/2019) e na sexta coleta (21/01/2020) e da Saaz na quarta (20/11/2019) e na quinta (13/12/2019), sendo que na quarta coleta, apenas as formas jovens ou adultos do ácaro não foram observados na Cascade. Na segunda e terceira coletas em Nova Friburgo, todas as fases de desenvolvimento do ácaro rajado (ovos, ninfas e adultos) foram observadas nas folhas das cinco variedades de lúpulo.

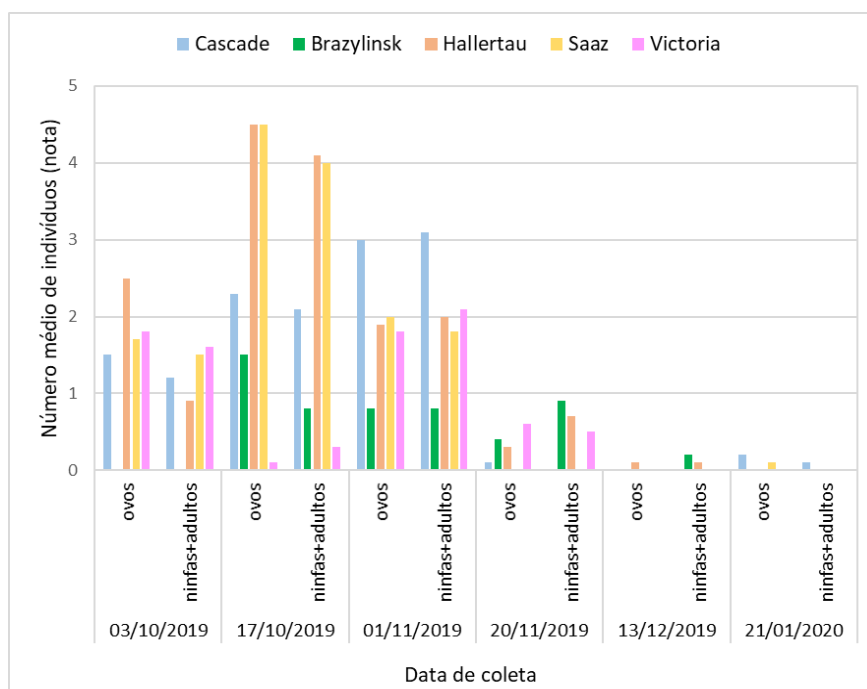


Figura 8. Níveis médios de infestação de ovos e ninfas + adultos de *Tetranychus urticae* em cinco variedades de lúpulo no município de Nova Friburgo nas seis datas de coleta, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.

Apenas as folhas de Hallertau e Cascade foram infestadas por todas as fases de desenvolvimento do ácaro na penúltima coleta (13/12/2019) e na última coleta (21/01/2020), respectivamente, sendo que na penúltima coleta a Brazylinsk foi infestada apenas por formas jovens ou adultos e na última coleta, a Saaz foi infestada apenas por ovos do ácaro rajado.

Em Cordeiro, o ácaro rajado não foi encontrado infestando as variedades na primeira coleta (Figura 9). Na segunda coleta, apenas a Victoria não foi infestada pelo ácaro rajado. Apenas ovos desse ácaro foram detectados na terceira data de coleta, presentes somente nas folhas da Cascade.

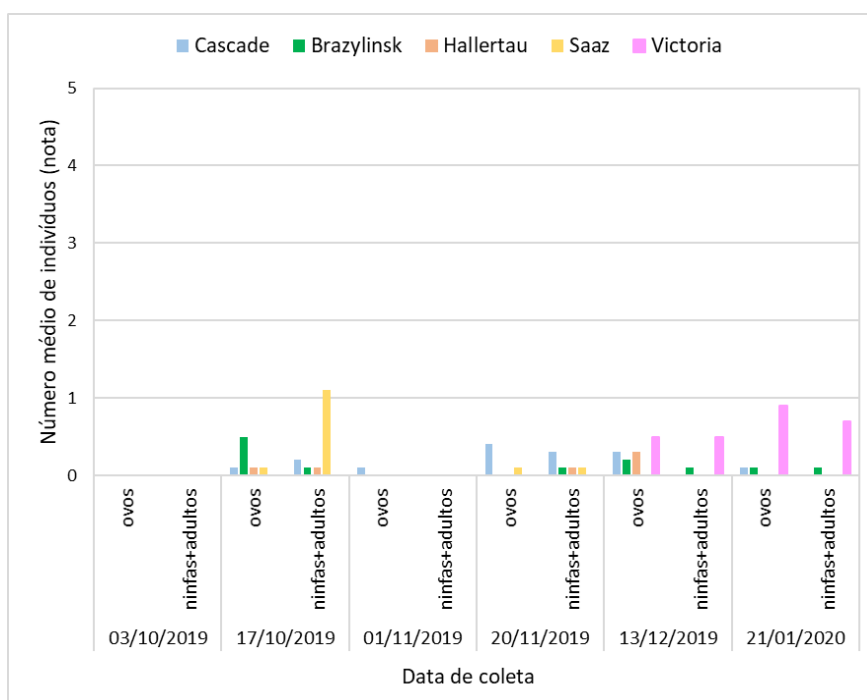


Figura 9. Níveis médios de infestação de ovos e ninfas + adultos de *Tetranychus urticae* em cinco variedades de lúpulo no município de Cordeiro nas seis datas de coleta, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.

Na quarta coleta, novamente não houve infestação na variedade Victoria pelo ácaro, mas apenas ovos foram observados em Cascade e Saaz, mas que não foram detectados nas folhas dessa variedades nas duas coletas posteriores. Na quinta coleta, ovos não foram detectados apenas na Saaz. Formas jovens e adultos foram encontrados somente em Brazylinsk e Victoria, as quais foram as únicas infestadas por todas as fases de desenvolvimento do ácaro na última coleta, quando também foi observado a presença de apenas ovos na Cascade.

Não houve diferença significativa nos níveis de infestação do ácaro rajado entre as cinco variedades de lúpulo para um mesmo local (Tabela 2). Contudo, observou-se que, em Nova Friburgo, os níveis médios de infestação por ovos do ácaro rajado foram superiores a 1 para Cascade, Hallertau e Saaz (Figura 10A), sendo que nessas duas últimas variedades, os níveis médios de infestação de formas jovens e adultos alcançaram também valores superiores a 1, mas inferiores a 2, portanto, a densidade populacional do ácaro ficou entre 1 a 5 ácaros por folha. Esse valor está abaixo do nível de ação recomendado

para o controle químico desse artrópode na cultura do lúpulo no exterior (STRONG & CROFT, 1995; GENT et al., 2010; SIRRINE et al., 2010; FILOTAS, 2012).

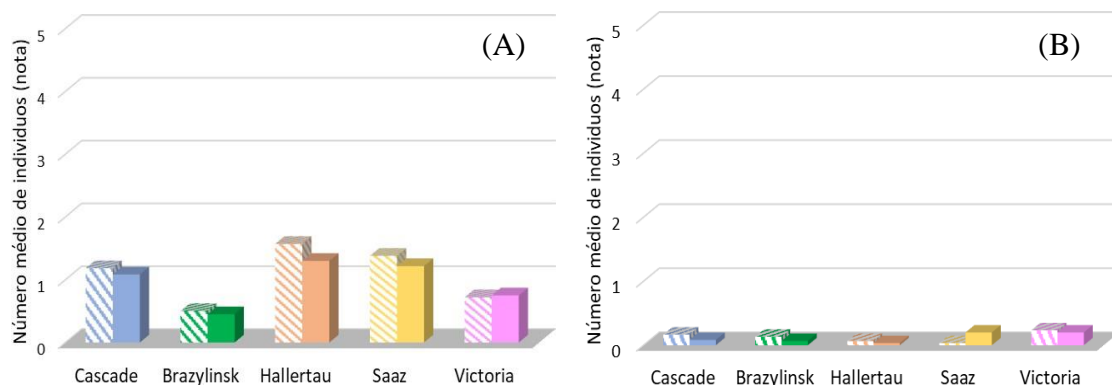


Figura 10. Níveis médios de infestação de ovos (barras tracejadas) e ninfas + adultos (barras cheias) de *Tetranychus urticae* em cinco variedades de lúpulo, de outubro de 2019 a janeiro de 2020, nos municípios de Nova Friburgo (A) e Cordeiro (B), RJ, expressos em escala de nota: 0 = nenhum, 1 = 1 a 5, 2 = 6 a 10, 3 = 11 a 15, 4 = 16 a 20 e 5 = > 21 indivíduos por folha.

Em Cordeiro, ovos do ácaro rajado não foram encontrados na Saaz, onde o índice médio de infestação por formas jovens e adultos foi inferior a 1 (Figura 10B). Não se detectou a ocorrência de ninfas na Hallertau, mas foi observada a presença de ovos, cujo nível médio de infestação foi de 0,03. Nas demais variedades, todas as fases de desenvolvimento do ácaro rajado foram observadas, mas os níveis de infestação foram inferiores a 1.

Ndiaye (2017) salientou que em cultivo com diferentes variedades de lúpulo, as plantas de cada variedade devem ser monitoradas visto que elas não são igualmente susceptíveis à infestação pelo ácaro rajado. No entanto, no presente estudo, as variedades de lúpulo avaliadas não diferiram quanto aos níveis de infestação desse ácaro. Contudo, para discriminar a resistência de plantas aos artrópodes fitófagos entre genótipos em condições de infestação natural à campo, é necessário garantir a presença endêmica da espécie-alvo, que também deve ocorrer em densidade e distribuição satisfatória, além de que se recomenda a confirmação da resistência identificada no germoplasma resistente em testes de laboratório (LARA, 1991; WAQUIL et al., 2019).

No entanto, Regev & Cone (1975) observaram que as cultivares de lúpulo tem diferentes níveis de susceptibilidade ao ácaro rajado e sugerem que altas concentrações do farnesol (metabólito secundário sesquiterpeno) nas folhas constituem o possível mecanismo envolvido na preferência ou não por determinadas cultivares de lúpulo para oviposição ou alimentação desse ácaro.

Peters & Berry (1980) demonstraram que a área foliar e as características das folhas de lúpulo, como conteúdo de água e pilosidade (densidade de pelos), variaram entre diferentes cultivares testadas (como “Comet”, ‘L-16’, ‘Puggle’, ‘Cascade’ e Talisman) e que essas características estavam significativamente relacionadas com as taxas de oviposição, desenvolvimento e razão sexual de *T. urticae*. Esses autores observaram ainda que o tempo de desenvolvimento das formas imaturas foi mais lento e houve aumento na taxa de oviposição e de produção de mais fêmeas em folhas com alta densidade de pelos. Nesse aspecto, no presente estudo, notou-se que as plantas de Brazylinsk apresentam muitos pelos, inclusive que causam irritação à pele das pessoas ao

manejá-las, o que não ocorre com as demais variedades avaliadas. Apesar de não ter havido diferença estatística entre as variedades quanto à infestação do ácaro rajado em igualdade de condições, a Brazylinsk apresentou baixos níveis de infestação. Dessa forma, a densidade de pelo é uma das características morfológicas das variedades estudadas que mereceria investigações futuras.

Lawanprasert (1994) observou que os 26 genótipos de lúpulo de origem europeia ou americana testados expressaram grau de resistência intermediária a altamente susceptível ao ácaro rajado, sendo que o genótipo M26 (Huller Bitterer), de origem germânica, foi o mais susceptível. O autor verificou que o M26 sofreu maior infestação natural de ácaro rajado ($53,17 \pm 24,91$ ácaros por folha) em condições de estufa, sendo que este genótipo possuiu $2,49 \pm 1,169$ tricomas por mm^2 , diferindo significativamente dos demais genótipos, sendo que M7 foi o que apresentou o menor número de tricoma ($0,21 \pm 0,082$ tricomas por mm^2).

Tingey & Singh (1980) relatam que a gravidade dos problemas das pragas é influenciada pela resistência das plantas e dependem de fatores do ambiente, como temperatura, umidade relativa e intensidade de luz.

Dessa forma, o potencial do ácaro rajado como praga-chave da cultura do lúpulo no Brasil precisa ser posteriormente mais bem pesquisado, visto que os cultivos brasileiros dessa planta são recentes e em pequena escala, assim como no estado do Rio de Janeiro, cujos cultivos de lúpulo se intensificaram somente a partir de 2016 (AQUINO et al., 2019).

4.3.3 Insetos predadores do ácaro rajado no lúpulo

Foram observados a presença de joaninhas e tripses de hábito carnívoro (predador) do ácaro rajado. As joaninhas predadoras foram identificadas pertencer ao gênero *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae, Stethorini) (Figura 11A,B), enquanto os tripses ao gênero *Scolothrips* Hinds (Thysanoptera: Thripidae) (Figura 12A,B). Duas espécies de *Scolothrips* foram identificadas: *Scolothrips sexmaculatus* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (Figura 12A) e *Scolothrips pallidus* (Beach) (Thysanoptera: Thripidae) (Figura 12B).

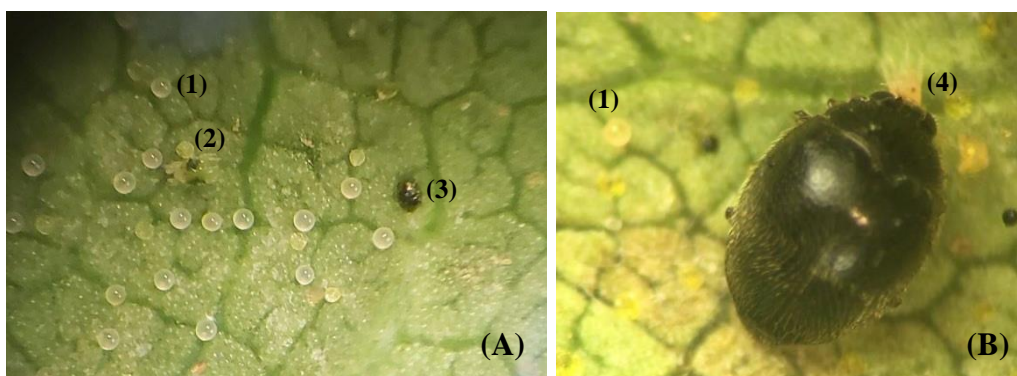


Figura 11. (A) Ovos (1) e um adulto (2) do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) e um adulto (3) da joaninha *Stethorus* sp. na superfície ventral de folha de lúpulo (Foto: Patricia S. C. Fernandez), (B) adulto de *Stethorus* sp. predando adulto do ácaro rajado (4) na superfície ventral de folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Formas jovens e adultos desses insetos predadores foram observados predando ovos e as formas ativas do ácaro rajado infestando folhas de lúpulo sob microscópio

estereoscópio no laboratório, confirmando a aceitação do ácaro rajado como presa desses insetos. Dessa forma, a presença desses insetos predadores nos cultivos de lúpulo de ambos os municípios, pode ter sido um fator que também deve ter contribuído para níveis médios de infestação das variedades de lúpulo pelo ácaro rajado abaixo de 2, ou seja, de 6 a 10 indivíduos por folha.

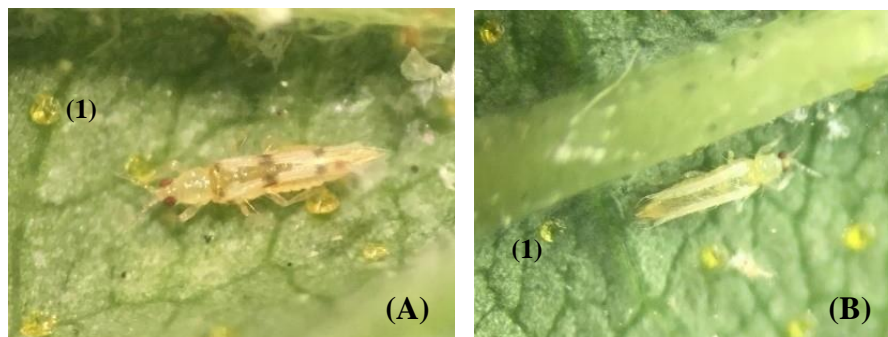


Figura 12. Adultos de tripses predadores do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*). (A) *Scolothrips sexmaculatus*, e (B) *Scolothrips pallidus*, na superfície ventral de folha de lúpulo (*Humulus lupulus*). (1) Glândula de lupulina na superfície ventral de folha de lúpulo. Fotos obtidas sob microscópio estereoscópio com aumento de 40x (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Stethorini é a única entre as tribos de Coccinellidae especializada em alimentar-se de ácaros, principalmente da família Tetranychidae, constituída de 90 espécies distribuídas em dois gêneros: *Stethorus* e *Parastethorus* Pang and Mao, sendo efetiva em controlar os ácaros tetraniquídeos mesmo quando em baixas densidades populacionais, e consomem mais esse tipo de presa do que os ácaros predadores (BIDDINGER et al., 2009).

Stethorus punctum (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) foi apontada ser um predador efetivo do ácaro rajado em cultivo de lúpulo em Washington, na região do Noroeste Pacífico, nos Estados Unidos da América (EUA) (JAMES, 2003).

Os tripses do gênero *Scolothrips* Hinds são predadores de ácaros folívoros da família Tetranychidae e de outros tripses, sendo que adultos de *S. sexmaculatus* são frequentemente coletados de plantas da família Fabaceae, tendo sua ocorrência registrada em alguns estados brasileiros (Bahia, Goiás, Rio de Janeiro e São Paulo) (MOUND, 2011; CAVALLERI et al., 2020). *Scolothrips pallidus* é considerado como um dos tripses predadores mais comumente encontrados atacando ácaros nas culturas californianas (BAILEY, 1957; HODDLE et al., 2012).

Alguns autores salientam que comunidade de inimigos naturais autóctones são capazes de regular as populações do ácaro rajado na ausência de aplicações de produtos fitossanitários no cultivo de lúpulo (WOODS et al., 2014; CALDERWOOD et al., 2015).

Num estudo conduzido no estado americano de Oregon (EUA), por nove anos (2005 a 2013), Woods et al. (2014) observaram que o controle biológico do ácaro rajado na cultura do lúpulo estava principalmente associado aos ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) e à joaninha *Stethorus* spp.

Calderwood et al. (2015) reportam também a importância dessas joaninhas no controle biológico do ácaro rajado em observações realizadas em plantios comerciais de lúpulo em Vermont, no noroeste dos EUA, durante três estações de cultivo (2012-2014).

O'Neal et al. (2015) salientaram que os artrópodes benéficos frequentemente podem exercer controle parcial, e em raras ocasiões o controle total, das populações de

ácaro rajado na cultura do lúpulo nos estados americanos de Washington, Oregon e Idaho, no noroeste do Pacífico. Eles destacam a importância dos ácaros predadores da família Phytoseiidae e insetos predadores, incluindo a joaninha predadora *Stethorus* sp. e os trips predadores [*Aeolothrips fasciatus* (Linnaeus), *Leptothrips mali* (Fitch) e *S. sexmaculatus*] no controle biológico do ácaro rajado nas plantações de lúpulo desses estados. Segundo esses autores, a espécie nativa *Stethorus punctum picipes* Casey e a espécie exótica *S. punctillum* são comumente encontradas em cultivos de lúpulo dessa região. Segundo os mesmos autores, um ou dois adultos de *Stethorus* são normalmente suficientes para controlar o ácaro rajado no início de seu aparecimento, prevenindo surtos populacionais desse ácaro. Esses autores chamam atenção de que esses insetos predadores são geralmente sensíveis aos inseticidas sintéticos de amplo espectro de ação.

Segundo YONG (1989), a capacidade das joaninhas *Stethorus* agregarem-se nas infestações do ácaro rajado e se dispersarem quando essa presa se torna escassa são características positivas desses insetos predadores, além do fato delas necessitarem de uma densidade populacional muito baixa para colonizar uma planta infestada por esse ácaro.

Dessa forma, os produtores de lúpulo na região de estudo contam com alguns insetos de ocorrência natural que contribuem para o controle populacional do ácaro rajado. No entanto, a ação efetiva como agentes de controle biológico poderá depender de estratégias de conservação dos mesmos nas áreas de plantio, como uso de produtos fitossanitários seletivos e práticas de controle biológico conservativo. Nesse aspecto, O'Neal et al. (2015) listaram vários princípios ativos de fungicidas, herbicidas, inseticidas e acaricidas registrados para o controle fitossanitário na cultura do lúpulo nos Estados Unidos da América e seus efeitos nos artrópodes benéficos que agem como inimigos naturais de insetos e ácaros fitófagos que são pragas dessa cultura. Em relação ao controle biológico conservativo, Campbell (2018) verificou que o plantio de plantas companheiras, como uma mistura de espécies floríferas (40% de *Festuca pratensis*, 14% de *Phleum pratense* mais 13 espécies floríferas), nas entrelinhas de lúpulo (cultivar Boadicea) incrementaram a população de seis espécies de ácaros Phytoseiidae e de insetos predadores, entre eles *Stethorus punctillum*.

4.4 Conclusões

Os cultivos comerciais de lúpulo do município de Nova Friburgo apresentam maiores níveis de infestação pelo ácaro rajado [*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)] do que aqueles do município de Cordeiro, sendo que em ambos os municípios, a escala de nota média de infestação por ninfas e adultos atinge o máximo de 1 (isto é, de 6 a 10 indivíduos por folha), enquanto a infestação por ovos encontra-se abaixo dessa nota.

As populações do ácaro rajado infestam igualmente as variedades Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria nas condições edafoclimáticas de Nova Friburgo e Cordeiro.

Em Nova Friburgo e Cordeiro, os insetos predadores do ácaro rajado são duas espécies de tripes do gênero *Scolothrips* Hinds [*S. sexmaculatus* (Pergande) e *S. pallidus* (Beach) (Thysanoptera: Thripidae)] e joaninhas do gênero *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae, Stethorini).

4.5. Referências Bibliográficas

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Consulta de pragas. Insetos e Doenças. Inseto: *Tetranychus urticae*. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 24 abr. 2020.

AGUIAR, E. L.; CARVALHO, G. A.; MENEZES, E. B. Eficiência de clofentezine e abamectin no controle da ácaro rajado *Tetranychus urticae* em roseira. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 24, n. 3, p. 557-562, 1995.

ALMAGUER, C.; SCHÖNBERGER, C.; GASTL, M.; ARENDT, E. K.; BECKER, T., *Humulus lupulus* – a story that begs to be told, a review. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 4, p. 289-314, 2014. doi: 10.1002/jib.160.

AQUINO, A. M.; TEIXEIRA, A. J.; ASSIS, R. L. **Referencial técnico de atratividade agropecuária – lúpulo**. Nova Friburgo: Embrapa, 2019. 70p. Disponível em: https://issuu.com/redelupulo/docs/rta_lupulo_documento_final_em_16_ago_2019_1_. Acesso em: 24 abr. 2020.

AUGER, P.; MIGEON, A.; UECKERMANN, E. A.; TIEDT, L.; NAVAJAS, M. Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): review and new data. **Acarologia**, v. 53, n. 4, p. 383-415, 2013.

BAILEY, S. F. The thrips of California Part I: Suborder Terebrantia. **Bulletin of California Insect Survey**, v. 4, p. 143-220, 1957.

BARBER, A.; CAMPBELL, C. A. M.; CRANE, H.; LILLEY, R.; TREGIDGA, E. Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hops by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 13, n. 3, p. 275-284, 2000. <https://doi.org/10.1080/0958315031000110300>

BARTH-HAAS. **The BARTH-HAAS report, hops 2018/2019**. Nuremberg: Joh. Barth & Sohn GmbH & Co KG, 2019. 32p. Disponível em: <https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/news/2019-07-23/barthreport20182019en.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

BERBERT, S. Conheça a produção de lúpulo brasileiro. Revista Globo Rural (*on line*). Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/02/conheca-producao-de-lupulo-brasileiro.html>. Acesso em: 28 jun. 2020.

BIDDINGER, D. J.; WEBER, D. C.; HULL, L. A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. **Biological Control**, v. 51, p. 268-283, 2009.

BOTTON, M.; NONDILLO, A.; CAVALLERI, A. **Biologia, monitoramento e controle de tripses em uva de mesa produzida sob cobertura plástica no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa Clima Temperado, 2017. 13p. (Comunicado Técnico, 196).

CALDERWOOD, L. B.; LEWINS, S. A.; DARBY, H. M. Survey of northeastern hop arthropod pests and their natural enemies. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2015.

CAMPBELL, C. A. M. Influence of companion planting on damson hop aphid *Phorodon humuli*, two spotted spider mite *Tetranychus urticae*, and their antagonists in low trellis hops. **Crop Protection**, v. 114, p. 23-31, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.08.014>.

CAMPBELL, C. A. M. Two-spotted spider mite on hops. In: LANDER, J. B. (ed.). **Annual Booklet for 1991, Association of Growers of New Varieties of Hops**, 1991. p.34-37.

CAVALLERI, A.; LINDNER, M. F.; MENDONÇA JR., M. S.; BOTTON, M.; MOUND, L. A. Os Tripes do Brasil - 2018. <<http://www.thysanoptera.com.br>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

CAVALLERI, A.; ROMANOWSKI, H. P.; REDAELLI, L. Thrips species (Insecta: Thysanoptera) inhabiting plants of the Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul state, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 367-374, 2006.

CERVBRASIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. Anuário, 2016. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/CervBrasil-Anuario2016_WEB.pdf. Acesso em: 21 mai. 2019.

CHAZEAU, J. Predaceous insects. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W., (Ed.). **Spider mites, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 211-246.

CONGDON, B. D.; SHANKS JR., C. H.; ANTONELLI, A. L. Population interaction between *Stethorus punctum picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in red raspberries at low predator and prey densities. **Environmental Entomology**, v. 22, n. 6, p. 1302-1307, December 1993.
<https://doi.org/10.1093/ee/22.6.1302>.

DODDS, K. **Hops, a guide for new growers**. The State of New South Wales: NSW Department of Primary industries, 2017. 52p. Disponível em: <https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/712717/hops-guide-for-new-growers.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

ENTRE-RIOS JORNAL. **Governo do Rio lança linha de crédito para cultivo do lúpulo**. Disponível em: <<https://www.entreriosjornal.com.br/noticia-governo-do-rio-lanca-linha-de-credito-para-cultivo-do-lupulo-71711>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

FAOSTAT. Food and agriculture data: hop. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 12 mai. 2019.

FILOTAS, M. Hop pest management: what's bugging your bines? Ontario: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2012. 54p. Disponível em:

<<https://onspecialtycrops.files.wordpress.com/2013/04/hops-scouting-presentation-2012.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. São Paulo: Nobel, 1985. 189p.

GARDINER, M. M.; BARBOUR, J. D.; JOHNSON, J. B. Arthropod diversity and abundance on feral and cultivated *Humulus lupulus* (Urticales: Cannabaceae) in Idaho. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 3, p. 564-574, 2003.

GENT, D. H., BARBOUR, J. D.; DREVES, A. J.; JAMES, D. G.; PARKER, R.; WALSH, D. B. **Field guide for integrated pest management in hops**. Oregon State University, University of Idaho, U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, and Washington State University, 2010. 2.ed. 90p. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/person/37109/HopHandbook2010.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

HODDLE, M. S.; MOUND, L. A.; PARIS, D. L. **Thrips of California**. Queensland: CBIT Publishing, 2012. Disponível em: https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/Thrips_of_California.html. Acesso em: 20 mai. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Estações e dados. Consulta Dados da Estação Automática: Nova Friburgo-Salinas (RJ). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTYyNA==>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

JAMES, D. Pesticide susceptibility of two coccinellids (*Stethorus punctum picipes* and *Harmonia axyridis*) important in biological control of mites and aphids in Washington hops. **Biocontrol Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 253-259, 2003.

KNEEN, R. **Small scale & organic hops production**. Sorrento: Crannóg Ales and Left Fields, 2018. 37p. Disponível em: <http://cesonoma.ucanr.edu/files/238645.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2020.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas aos insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LAWANPRASERT, A. **Response of hop cultivars to two-spotted spider mite infestation**. Thesis (Ph.D. in Agricultural Science) - University of Tasmania, 1994. 510p.

MAHAFFEE, W.; PETHYBRIDGE, S.; GENT, D. (eds). **Compendium of hop diseases and pests**. St. Paul: American Phytopathological Society Press, 2009. 93p.

MARCOS, J. A. M.; NADAL, J. L. O.; ANDIÓN, J. P.; ALONSO, J. V.; PEDREIRA, J. M. D.; PAZ, J. F. **Guía del cultivo del lúpulo**. Galícia: [s.ed.], 2011. 33p.

MAURER, K.; LAMONDIA, J. **Guidelines for integrated pest management for hops in Connecticut**. New Haven: The Connecticut Agricultural Experiment Station, 2017. 14 p. (Bulletin, 1050).

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S., (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 25-37.

MOUND, L. A. Species recognition in the genus *Scolothrips* (Thysanoptera, Thripidae), predators of leaf-feeding mites. **Zootaxa**, v. 2797, p. 45-53, 2011.

MULLER, C.; MARCUSSO, E. **A cerveja no Brasil: O ministério da agricultura informando e esclarecendo**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. 5p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf/view>. Acesso em: 21 mai. 2019.

MULLER, C.; MARCUSSO, E. **MAPA informa: as cervejarias continuam a crescer**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. 4p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/as-cervejas-continuam-a-crescer-pdf.pdf/view>. Acesso em: 21 mai. 2019.

NASCIMENTO, S. R.; FORTUNA, G. C.; GUERRA, A. B. R. A. P.; SABINO, B. C. C.; HORÁCIO, C. H. R.; CAMPOS, O. P.; MENEZES, G. B.; KOVACS, J. O.; VASCONCELLOS, L. V.; BONFIM, F. P. G. Entomofauna associada ao manejo orgânico e convencional de lúpulo cultivado no oeste paulista. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES E PRODUTORES DE LÚPULO (I ENBRALÚPULO), 1., Jaboticabal, 2019. Anais... Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Câmpus de Botucatu. Disponível em: <http://lupulo.fca.unesp.br/lupulo/OCS/index.php/SIMLUP/ENBRALUPULO2019/paper/viewFile/56/29>. Acesso em: 24 abr. 2020.

NDIAYE, S. G. **Biological control of twospotted spider mite on hops in Ohio**. Dissertation (Master of Science in Entomology) – The Ohio State University, 2018. Disponível em: https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1524189700645233&disposition=inline. Acesso em: 29 jun. 2020.

NDIAYE, S. G. **Twospotted spider mites on hops**. Columbus: The Ohio State University, 2017. 4p. Disponível em: <https://cpb-us-w2.wpmucdn.com/u.osu.edu/dist/1/8311/files/2017/02/Spider-Mite-Factsheet-1c72nta.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2020.

O'NEAL, S. D., WALSH, D. B.; GENT, D. H. **Field guide for integrated pest management in hops**. Pullman: U.S. Hop Industry Plant Protection Committee, 2015. 3.ed. 112p.

PETERS, K. M.; BERRY, R. E. Effect of hop leaf morphology on two spotted spider mite. **Journal of Economic Entomology**, v. 73, n. 2, p. 235-238 1980.

R CORE DEVELOPMENT TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 30 jul. 2020.

REGEV, S.; W. CONE, W. Chemical differences in hop varieties vs. susceptibility to the two spotted spider mite. **Environmental Entomology**, v. 4, n. 5, p. 697-700, 1975.

RIAHI, E.; SHISHEHBOR, P.; NEMATI, A. R.; SAEIDI, Z. Temperature effects on development and life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 15, n. 4, p. 661-672, 2013.

RODRIGUES, M. A.; CASTRO, J. P.; MORAES, J. S. A cultura do lúpulo em Portugal: passado, presente e futuro. **Voz do Campo**, n. 185, p. 40-41, 2015.

SIRRINE, J. R.; ROTHWELL, N.; LIZOTTE, E.; GOLDY, R.; MARQUIE, S.; BROWN-RYTLEWSKI, D. E. **Sustainable hop production in the Great Lakes region**. Michigan: Michigan State University, 2010. 12 p. (Extension Bulletin E-3083). Disponível em: <https://pierce.extension.wisc.edu/files/2010/11/Michigan-Hops-Pub1.pdf>

SPÓSITO, M. B.; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ/Divisão de Biblioteca, 2019. 81 p. (Série Produtor Rural, 68). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334672293_A_Cultura_do_Lupulo>. Acesso em: 09 fev. 2020.

STRONG, W. B.; CROFT, B. A. Inoculative release of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) into the rapidly expanding canopy of hops for control of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, v. 24, n. 2, p. 446-453, 1995. <https://doi.org/10.1093/ee/24.2.446>.

STATISTA. Produção global de lúpulo 2000-2017 por país. Statista company, 2019. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/757722/hop-production-global-by-country/>. Acesso em: 21 fev. 2020.

TEIXEIRA, A. J.; SILVA, M. L. P. **Desenvolvimento e adaptabilidade da cultura do lúpulo na região serrana fluminense – perspectivas & entraves**. Niterói: Emater-Rio, 2019. 16 p. Disponível em: <https://issuu.com/redelupulo/docs/nota_tecnica_lupulo_emater_rio>. Acesso em: 21 fev. 2020.

TINGEY, W. M.; SINGH, S. R. Environmental factors influencing the magnitude and expression of resistance. In: MAXWELL, F.C.; JENNINGS, P. R. (eds.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1980. p. 87-113.

TURNER, S. F.; BENEDICT, C. A.; DARBY, H.; HOAGLAND, L. A.; SIMONSON, P.; SIRRINE, J. R.; MURPHY, K. M. Challenges and opportunities for organic hop production in the United States. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 6, p. 1645-1654, 2011.

VALADÃO, G. S.; VIEIRA, M. R.; PIGARI, S. A. A.; TABEL, V. G.; SILVA, A. C. Resistência de cultivares de videira ao ácaro-rajado *Tetranychus urticae* na região de Jales, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 1051-1058, 2012.

WAQUIL, J. M.; LOPES, J. R. S.; MARTINS, J. F. S.; VIANA, P. A.; MALUTA, N. K. P. Técnicas para avaliação de resistência. In: BALDIN, E.L.L.; VENDRAMIN, J.D., LOURENÇÃO, A.L. (Eds.). **Resistência de plantas a insetos, fundamentos e aplicações**. Piracicaba: ESALQ, 2019 p. 255-322.

WEIHRAUCH, F. Evaluation of a damage threshold for two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), in hop culture. **Annals of Applied Biology**, v. 146, p. 501-509, 2005.

WOODS, J.; DREVES, A.; JAMES, D.; LEE, J.; WALSH, D.; GENT, D. H. Development of biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phorodon humuli* (Hemiptera: Aphididae) in Oregon hop yards. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 2, p. 570-581, 2014.

YONG, C. **Biological and ecological studies of two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) and its control on hops in Tasmania**. 351p. 1989. Dissertation (Master of Agricultural Science) - University of Tasmania.

**5 CAPÍTULO II. PRIMEIRO REGISTRO DE AGREGAÇÃO DA
CIGARRINHA-DAS-FRUTEIRAS (HEMIPTERA: AETALIONIDAE) E
ABELHA SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: APIDAE) EM LÚPULO NO
BRASIL**

RESUMO

O cultivo comercial do lúpulo no Brasil vem ganhando incentivo para atender à demanda do setor de fabricação de cerveja artesanal. Contudo, a fauna brasileira de insetos associados a essa cultura carece de registro científico. Esta nota é o primeiro registro de ocorrência de agregações de adultos e ninfas de *Aetalion reticulatum*, com presença de posturas, em lúpulo no Brasil. Observou-se ainda a interação dessa cigarrinha com *Trigona spinipes*. Esse trabalho contribui ainda para ampliar a série hospedeira de *A. reticulatum* no Brasil.

Palavras-chave: Aetalioninae, Meliponinae, *Humulus lupulus*, interação planta-inseto.

ABSTRACT

The commercial cultivation of hops in Brazil has been increasing to meet the demand of the artisanal beer sector. However, scientific records on the Brazilian insect fauna associated with this crop are lacking. This note is the first record of the occurrence of aggregations of adults and nymphs of *Aetalion reticulatum* and associated egg masses in hops in Brazil. Interaction between this treehopper species and *Trigona spinipes* was observed. In addition, this study expands the host set of *A. reticulatum* in Brazil.

Keywords: Aetalioninae, Meliponinae, *Humulus lupulus*, plant-insect interaction.

5.1 Introdução

O cultivo comercial do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é relativamente novo no Brasil, se compararmos com países da Europa, como Alemanha, e da América do Norte, a exemplo dos Estados Unidos da América, os quais são os principais produtores e exportadores de lúpulo peletizado no mundo, cujo maior mercado é o setor cervejeiro (BIENDL et al., 2014).

No Brasil, a importância da flor feminina dessa planta, chamada de cone, ganhou notoriedade a partir de cultivos nas regiões sul e sudeste, visando atender ao aumento da demanda do setor de fabricação de cerveja artesanal. No estado do Rio de Janeiro, o cultivo do lúpulo vem se expandindo em municípios da região serrana, embora ainda em escala inexpressiva. Todavia, a área cultivada deve aumentar devido ao lançamento pelo governo estadual de crédito rural junto ao Banco do Brasil para financiamento do cultivo e exploração do lúpulo em território fluminense (ENTRE-RIOS JORNAL, 2019). Contudo, é esperado que, com o crescimento da área de cultivo de lúpulo no Estado, haja aumento de problemas fitossanitários.

Nos países que cultivam tradicionalmente o lúpulo, insetos da ordem Hemiptera foram registrados como pragas-chave, entre eles a cigarrinha *Empoasca fabae* (Harris, 1841) (Hemiptera: Cicadellidae) (BIENDL et al., 2014). No Brasil, não foi encontrado registro de *E. fabae* em culturas agrícolas, mas esta espécie ocorre em uma Reserva Florestal da Universidade do Piauí, PI (FONTES et al., 2018).

Spósito et al. (2019) publicaram um boletim técnico no qual formigas cortadeiras [*Atta sexdens* (L.), *Atta laevigata* (Smith) e *Acromyrmex* spp., Hymenoptera: Formicidae] podem ocorrer em culturas comerciais brasileiras de lúpulo e podem causar desfolhamento severo. Todavia, até o momento, ainda são poucos os registros técnico-científicos de artrópodes como pragas associadas a essa cultura no Brasil encontrados na literatura, sendo que nenhum deles relatam a ocorrência de cigarrinhas (AQUINO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019; SPÓSITO et al., 2019; TEIXEIRA & SILVA, 2019).

Então, a pergunta que nossa pesquisa respondeu foi *H. lupulus*, como espécie exótica, pode ser infestada por cigarrinhas nativas no Brasil?

Esse estudo objetivou registrar, pela primeira vez, a ocorrência de outra espécie de cigarrinha infestando lúpulo na região sudeste do Brasil e sua interação com abelhas sem ferrão.

5.2 Material e Métodos

Em julho e agosto de 2019, inspeções fitossanitárias foram realizadas em plantas de lúpulo cultivadas em uma área da Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Cordeiro, RJ (22°01'44"S, 42°21'39"O e 485 m de altitude).

O cultivo de lúpulo foi feito em área declivosa, conduzido no sistema de treliça de 7 metros de altura (Figura 1) e sistema de irrigação por gotejamento. Nas entrelinhas do lúpulo, a vegetação espontânea não foi manejada. Não houve qualquer aplicação de produtos fitossanitários na condução da lavoura.



Figura 1. Área de cultivo de lúpulo (*Humulus lupulus*) monitorado na Fazenda Bonsucesso, município de Cordeiro, RJ, em 20/11/2019 (Foto: Patricia S. C. Fernandez).

Cinco variedades de lúpulo estavam plantadas (Figura 2): Brasylnsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria, com aproximadamente um ano e meio. As inspeções foram realizadas no período da tarde, no horário das 16 horas, sem sol.

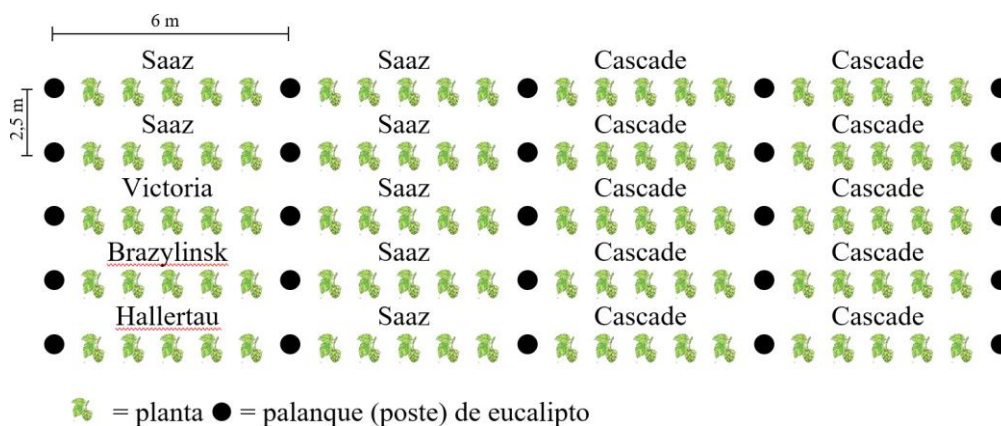


Figura 2. Disposição das plantas de cinco variedades de lúpulo (*Humulus lupulus*) na propriedade do município de Cordeiro, RJ.

Próximo ao plantio das variedades, havia um plantio novo e pequeno de framboesa (*Rubus idaeus* L., Rosaceae) e amora preta (*Rubus* sp., Rosaceae), presença de algumas mudas de graviola (*Annona muricata* L., Annonaceae) e a área de meia-encosta apresentava com grau acentuado de erosão. Durante o estudo, a atividade principal da fazenda e de seu entorno era a pecuária leiteira, portanto, com predomínio de pastagem.

Adultos, ninfas e posturas de uma morfoespécie de cigarrinha e adultos de abelha sem ferrão atendendo às agregações dessa cigarrinha foram observadas em plantas de lúpulo. Adultos de ambos os insetos foram coletados e montados em alfinetes entomológicos para posterior identificação no laboratório. A identificação da cigarrinha foi feita com base em Feng (1990) e das abelhas sem ferrão em Almeida & Laroca (1988).

5.3 Resultados e Discussão

As agregações da cigarrinha e abelhas sem ferrão foram apenas observadas nas plantas da variedade Cascade, cujas plantas estavam em maior número. A cigarrinha foi identificada como *Aetalion reticulatum* (Linnaeus, 1767) (Hemiptera: Aetalionidae) (Figura 1). A abelha sem ferrão observada interagindo com as agregações de *A. reticulatum* nas plantas de lúpulo foi identificada como *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) (Figura 1).



Figura 1. Agregação de *Aetalion reticulatum* em interação com *Trigona spinipes* em *Humulus lupulus* (variedade Cascade). Cordeiro, RJ, Brasil (Foto: Patricia S. C. Fernandez).

Aetalion reticulatum já foi relatado no estado do Rio de Janeiro, bem como em outros estados brasileiros, totalizando 17 unidades federativas (AC, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MT, PA, PE, PR, RJ, RS, SC e SP). No estado do Rio de Janeiro, GOMES (1936) observou postura, ninfas e adultos de *A. reticulatum* sobre *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae) no bairro de Vila Isabel, cidade do Rio de Janeiro, e salientou tratar-se de um inseto polífago. Quase 80 anos depois, Zanuncio et al. (2015) registraram essa cigarrinha infestando mudas de *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) no município de Engenheiro Paulo de Frontin, RJ.

No total, 74 espécies foram registradas como planta hospedeira de *A. reticulatum* no Brasil, distribuídas em 32 famílias: Achariaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Arecaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Cactaceae, Caryocaraceae, Clusiaceae, Cupressaceae, Ebenaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Lythraceae,

Magnoliaceae, Malvaceae, Moraceae, Myrtaceae, Piperaceae, Platanaceae, Poaceae, Polygonaceae, Proteaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Salicaceae, Solanaceae, Verbenaceae e Vitaceae (SILVA et al., 1968; SANTANA et al., 2005; VANIN et al., 2008; FERREIRA et al., 2009; RANDO & LIMA, 2010; PATERSON et al., 2014; SANTOS et al., 2015; ZANUNCIO et al., 2015; TAVARES et al., 2018; CASTRO & MONTALVÃO, 2019).

O presente estudo acrescenta *H. lupulus*, da família Cannabaceae, a essa série de plantas hospedeiras de *A. reticulatum*, visto que todas as suas fases de desenvolvimento (ovos, ninfas e adultos) foram encontrados nos ramos do lúpulo, particularmente da variedade Cascade, indicando que ela pode completar seu ciclo biológico ao alimentar-se da seiva dessa planta.

Essa cigarrinha é considerada praga de fruteiras, como mangueira (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae) (NASCIMENTO & CARVALHO, 1998). SORIA & DAL CONTE (2005) consideraram *A. reticulatum* como praga secundária em videira (*Vitis* spp., Vitaceae), mas chama atenção de que essa cigarrinha tem se tornado mais frequente, por vezes, mais abundante, a ponto de vir a ser necessário adotar medidas de controle para deter seu crescimento populacional. Todavia, danos aparentes às plantas de lúpulo, que se encontravam em fase de dormência, não foram observados. O potencial dessa cigarrinha para alcançar a condição de praga da cultura do lúpulo demandaria inicialmente estudos relacionados à sua biologia nesse hospedeiro.

Observou-se ainda que as plantas das outras variedades inspecionadas não estavam infestadas por essa cigarrinha. Os fatores que poderiam explicar esse resultado não foram investigados no presente trabalho. VANIN et al. (2008) observaram que *A. reticulatum* teve preferência por determinadas espécies de *Piper* L. (Piperaceae), que continham amidas como principais metabólicos secundários.

A ocorrência de *T. spinipes* já foi relatada no estado do Rio de Janeiro (PEDRO, 2014). Em Piracicaba (SP), CASTRO (1975) observou que as agregações de *A. reticulatum* em guandu [*Cajanus cajan* (L. Millsp.), citado como *Cajanus indicus* Spreng, Fabaceae], durante o dia, viviam em mutualismo com *T. spinipes*, enquanto durante à noite, essas abelhas eram substituídas por grupos de formigas do gênero *Camponotus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae), mas quando as agregações dessa cigarrinha não eram atendidas pelas abelhas, as formigas estavam presentes todo o tempo. A interação de *T. spinipes* atendendo colônias de *A. reticulatum* foi também observada por CASTRO et al. (2019) em *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae).

Quanto aos resultados dessa interação, acredita-se tratar de uma interação onde a cigarrinha fornece alimento (*honeydew*) à abelha, que por sua vez protege a cigarrinha contra predadores, conforme observado por VIEIRA et al. (2007), ao estudar a interação dessa abelha com *A. reticulatum* infestando pedúnculo dos frutos de *M. indica*. Esses autores observaram que *T. spinipes* estimulava a produção de *honeydew* por *A. reticulatum* e argumentaram que o consumo de seiva pela cigarrinha poderia ser aumentado quando estimulada pela intensa atividade dessa abelha, e assim, poderia prejudicar ainda mais o desenvolvimento normal das mangas.

5.4 Conclusões

Este estudo é o primeiro registro de *Humulus lupulus* como planta hospedeira de *Aetalion reticulatum* e de sua interação com *Trigona spinipes* em Cannabaceae.

5.5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M. C.; LAROCA, S. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae) taxonomia, bionomia e relações tróficas em áreas restritas. **Acta Biológica Paranaense**, v. 17, p. 67-108, 1988. Available from: <<https://revistas.ufpr.br/acta/article/view/803>>. Accessed: Dec. 30, 2019.

AQUINO, A. M; TEIXEIRA, A. J.; ASSIS, R. L. **Referencial técnico de atratividade agropecuária – lúpulo**. Nova Friburgo: Embrapa, 2019. 70p. Available from: <https://issuu.com/redelupulo/docs/rta_lupulo_documento_final_em_16_ago_2019__1>. Accessed: Dec. 30, 2019.

BIENDL, M. et al. **Hops: their cultivation, composition and usage**. Nuremberg: Fachverlag Hans Carl, 2014. 30 p.

CASTRO, M.T. et al. Baru (*Dipteryx alata* Vogel, Fabaceae) as new host of the treehopper *Aetalion reticulatum* (Linnaeus, 1767) (Hemiptera: Aetalionidae). **Entomological Communications**, v.1, p.ec01014, 2019. Available from: <<https://www.entomologicalcommunications.org/index.php/entcom/article/view/ec01014>>. Accessed: Dec. 30, 2019.

CASTRO, M.T.; MONTALVÃO, S.C.L. Primeiro relato de *Aetalion reticulatum* (L.) (Hemiptera: Aetalionidae) infestando plantas de noni [*Morindacitrifolia* L. (Rubiaceae)]. **EntomoBrasilis**, v.12, n.2, p.81-83, 2019. Available from: <<https://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v12i2.795>>. Accessed: Dec. 30, 2019.doi: <http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v12i2.795>.

CASTRO, P. R. C. Mutualismo entre *Trigona spinipes* Fab. e *Aethalion reticulatum* L. em *Cajanus indicus* Spreng na presença de *Camponotus* sp. **Ciência e Cultura**, v.27 n.5 p.537-541, 1975.

ENTRE-RIOS JORNAL. **Governo do Rio lança linha de crédito para cultivo do lúpulo**. Available from: <<https://www.entreriosjornal.com.br/noticia-governo-do-rio-lanca-linha-de-credito-para-cultivo-do-lupulo-71711>>. Accessed: Dec. 30, 2019.

FENG, Y. A contribution of the taxonomy of *Aetalion* Latreille, 1809 (Homoptera: Aetalionidae). **Entomologie**, v.60, p.161-215, 1990. Available from: http://biblio.naturalsciences.be/rbins-publications/bulletins-de-linstitut-royal-des-sciences-naturelles-de-belgique-entomologie/60-1990/entomologie-60-1990_191-215.pdf. Accessed: Dec. 30, 2019.

FERREIRA, G.A. et al. Biodiversidade de insetos em pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Agrociência**, v.13, n.2, p.14-31, 2009. Available from: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1019789/biodiversidade-de-insetos-em-pequizeiro-caryocar-brasiliense-camb-no-cerrado-do-estado-de-goias-brasil>>. Accessed: Dec. 30, 2019.

GOMES, J. Novos hospedeiros e novas regiões de alguns insetos do Brasil. **O Campo**, v.7, p.42-44, 1936.

FONTES, L. S.; ALMEIDA FILHO, A. J.; PEREIRA, V. M. N.; ARTHUR, P. B.; ROSSI, R. S.; ARTHUR, V. Diversidade de algumas famílias de cigarras no município de Teresina, PI. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 12, n. 5, p. 65-69, 2018. Available from: <https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-12-2018/volume-12-n-5-2018/12-ce-0518-03-diversidade-de-alguns-individuos-das-familias.pdf>. Accessed: Dec. 30, 2019.

NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S. Pragas da mangueira. In: BRAGA SOBRINHO et al. **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. p.155-167.

PATERSON, I.D. et al. Prioritisation of potential agents for the biological control of the invasive alien weed, *Pereskia aculeata* (Cactaceae), in South Africa. **Biocontrol Science and Technology**, v.24, n.4, p.407-425, 2014. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2013.864382>. Accessed: Dec. 30, 2019. doi: <https://doi.org/10.1080/09583157.2013.864382>

PEDRO, R.S.M. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v.61, n.4, p.348-354, 2014. Available from: <http://periodicos.uefs.br/ojs/index.php/sociobiology/article/view/699>. Accessed: Dec. 30, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.348-354>.

RANDO, J.S.S.; LIMA, C.B. Detecção de *Aethalion reticulatum* (L., 1717) (Hemiptera: Aethalionidae) em alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) e observações sobre sua ocorrência. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, p.239-242, 2010. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722010000200018>. Accessed: Dec. 30, 2019.

SANTANA, D.L.Q. et al. Ocorrência de *Aethalion reticulatum* (Linnaeus, 1767) (Hemiptera: Aethalionidae) em *Grevillea robusta*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.50, p.109-115, 2005. Available from: <https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/313732/ocorrencia-de-aethalion-reticulatum-linnaeus-1767-hemiptera-aethalionidae-em-grevillea-robusta>. Accessed: Dec. 30, 2019.

SANTOS, R.S. et al. Infestação de *Aethalion reticulatum* (Linnaeus) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Aethalionidae) em plantas de *Euterpeoleracea* Martius (Arecaceae) no estado do Acre. **EntomoBrasilis**, v.8, n.1, p. 69-73, 2015. Available from: <https://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v8i1.450> >. Accessed: Dec. 29, 2019. doi:10.12741/ebrasilis.v8i1.450.

SILVA, A.G.d'A. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622 p.

SPÓSITO, M. B.; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ/Divisão de Biblioteca, 2019. 81 p. (Série Produtor Rural, 68). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334672293_A_Cultura_do_Lupulo>. Acesso em: 09 fev. 2020.

SORIA, S.J.; DAL CONTE, A.F. **Bioecologia e controle das pragas da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 20 p. (Circular Técnica, 63).

TAVARES, T.A. et al. Ocorrência de *Aethalion reticulatum* Linnaeus (Hemiptera: Aethalionidae) em *Tectona grandis* Linn. f. (Verbenaceae) em Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis**, v.11, n.3, p.220-222, 2018. Available from: <<https://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v11i3.752>>. Accessed: Dec. 30, 2019.doi: <http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v11i3.752>.

TEIXEIRA, A. J.; SILVA, M. L. P. **Desenvolvimento e adaptabilidade da cultura do lúpulo na região serrana fluminense – perspectivas & entraves**. Niterói: Emater-Rio, 2019. 16 p. Available from: <https://issuu.com/redelupulo/docs/nota_tecnica_lupulo_emater_rio>. Accessed: Dec. 30, 2019.

VANIN, S.A. et al. Insect feeding preferences on Piperaceae species observed in São Paulo city, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52, n.1, p.72-77, 2008. Available from: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262008000100013>>. Accessed: Dec. 30, 2019.

VIEIRA, C.U. et al. Interação entre *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Apidae) e *Aethalion reticulatum* Linnaeus, 1767 (Hemiptera: Aethalionidae) em *Mangifera indica* (Anacardiaceae). **Bioscience Journal**, v.23, Supplement 1, p.10-13, 2007. Available from: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6799>>. Accessed: Dec. 29, 2019.

ZANUNCIO, A. J. V. et al. *Aethalion reticulatum* (Hemiptera: Aethalionidae) feeding on *Erythrina speciosa* (Fabales: Fabaceae): first record of its host plant and damage characteristics. **Florida Entomologist**, v.98, n.1, p.175-177, 2015. Available from: <<https://doi.org/10.1653/024.098.0130>>. Accessed: Dec. 29, 2019.

**6 CAPÍTULO III. DIVERSIDADE DE ALEIRODÍDEOS (HEMIPTERA) EM
VARIEDADES DE LÚPULO NO BRASIL¹**

¹Capítulo aceito como nota científica pela Revista Bioscience Journal (Uberlândia, MG, ISSN 1981-3163 – versão online) em 20/07/2020.

RESUMO

Moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) são um grupo diverso de espécies de insetos sugadores de seiva, algumas das quais podem causar prejuízos severos em culturas de importância econômica mundial. O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma cultura de grande valor mundial para as indústrias de produção de cerveja e farmacêutica. Este estudo objetivou registrar as espécies de moscas brancas associadas a essa planta no Brasil. Os espécimes foram obtidos a partir de coletas de folhas de *H. lupulus* realizadas em quatro municípios do estado do Rio de Janeiro (Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica). Identificou-se moscas brancas de nove gêneros distribuídos em duas subfamílias (Aleurodicinae e Aleyrodinae). Registram-se nove variedades de lúpulo (Brazylinsk, Cascade, Chinook, Columbus, Hallertau, Nugget, Saaz, Spalt e Victoria) como plantas hospedeiras desses insetos no Brasil. Com exceção de *Trialeurodes vaporariorum*, as demais espécies identificadas são pela primeira vez registradas na cultura do lúpulo.

Palavras-chave: Aleyrodidae, *Humulus lupulus*, planta hospedeira, interação planta-inseto.

ABSTRACT

Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) are a diverse group of sap-sucking insect species that can cause severe damage in crops of global economic importance. Hops (*Humulus lupulus* L.) are a crop of great value for beer and pharmaceutical industries worldwide. The aim of the current study is to register whitefly species associated with this plant in Brazil. Specimens were collected in *H. lupulus* leaves in four different counties in Rio de Janeiro State (Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo and Seropédica). Whiteflies belonging to nine genera and distributed in two subfamilies (Aleurodicinae and Aleyrodinae) were identified. Nine hop varieties (Brazylinsk, Cascade, Chinook, Columbus, Hallertau, Nugget, Saaz, Spalt and Victoria) are used as host plants by these insects in Brazil. Except for *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856), the other identified species were recorded in hop crops for the first time.

Keywords: Aleyrodidae, *Humulus lupulus*, host plant, plant-insect interaction.

6.1 Introdução

As moscas brancas (Hemiptera, Aleyrodidae) são insetos sugadores de seiva, representados por pelo menos 1560 espécies em 161 gêneros (EVANS, 2008; MARTIN; MOUND, 2007; OUVARD; MARTIN, 2020). Entre essas espécies, há aquelas consideradas pragas de culturas agrícolas economicamente importantes em diferentes países, podendo causar mais do que 50% de redução na produtividade da cultura infestada (KAIRO et al., 2001; CASSINO; RODRIGUES; SOUZA, 2004; KUMAR et al., 2016; WOSULA et al., 2018; RINCON et al., 2019). Os danos econômicos diretos resultam da alimentação das ninfas e dos adultos pela sucção contínua de seiva do floema (BOROWIEC et al., 2010; CARABALÍ et al., 2010; MURGIANTO; HIDAYAT, 2017). Os danos indiretos podem provir da excreção de honeydew que serve de substrato para o crescimento e proliferação do fungo *Capnodium* spp., causador da “fumagina”, a qual pode reduzir a capacidade fotossintética e respiratória da planta, assim como, a qualidade ou o valor de mercado do produto colhido (HILJE; MORALES, 2008). Ademais, certas espécies de moscas brancas, especialmente aquelas do complexo *Bemisia tabaci*, podem causar severos danos econômicos devido à transmissão de vírus (NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011; GILBERTSON et al., 2015).

Humulus lupulus L. (Cannabaceae), comumente conhecida como lúpulo, é uma planta herbácea, trepadeira e perene que cresce espontaneamente em sebes e margens de estradas nas regiões temperadas da América do Norte, Ásia e Europa (SMALL, 2016). Todavia, o lúpulo é muito valorizado pelas indústrias cervejeiras, visto que as inflorescências femininas dessa planta produzem metabólitos secundários que conferem amargor, aromas e propriedades antissépticas à cerveja, que é a terceira bebida mais consumida no mundo, sendo que sua origem data de 6.000 anos a.C. (BOCQUET et al., 2018; TEIXEIRA; SILVA, 2019). Ademais, o lúpulo tem chamado atenção por suas propriedades como planta medicinal (BIENDL, 2009; FRANCO et al., 2012; BOCQUET et al., 2018; HRNČIČ et al., 2019).

Os principais países que cultivam comercialmente o lúpulo, visando atender principalmente ao mercado cervejeiro, são Alemanha, China, Etiópia, Estados Unidos da América e República Tcheca. Na América do Sul, apenas a Argentina está registrada por ter produção significativa de lúpulo (FAOSTAT, 2020). Nesses países, algumas espécies de insetos de diferentes ordens são consideradas pragas dessa cultura, mas não incluem as moscas brancas (O'NEAL; WALSH; GENT, 2015; DODDS, 2017; MAURER; LAMONDIA, 2017). Todavia, há registro de duas espécies de moscas brancas associadas ao lúpulo. Na Nova Zelândia, que é referência na produção de lúpulo orgânico, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae), juntamente com o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), são considerados pragas comuns do lúpulo cultivado em estufa (MINISTRY FOR PRIMARY INDUSTRIES, 2010; TURNER et al., 2011). *Asterobemisia atraphaxius* (Danzig) (Hemiptera: Aleyrodidae) é outra espécie de mosca branca associada ao lúpulo (EVANS, 2008), mas com ocorrência apenas registrada na Europa, Iran, Rússia, Cazaquistão e Coreia (EVANS, 2008; MARTIN; MOUND, 2007; SUH, 2009).

O lúpulo, por ser uma planta das regiões temperadas do mundo, está passando por adaptações para ser cultivado com boa produtividade nas condições edafoclimáticas do Brasil, onde seu cultivo ganhou conhecimento público a menos de cinco anos, particularmente com os pequenos plantios da Serra da Mantiqueira. Atualmente existem produtores nos estados de Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal, porém não há um valor estimado do total da produção brasileira de lúpulo (FAGHERAZZI et al., 2018; TEIXEIRA; SILVA, 2019).

No estado do Rio de Janeiro, o governo estadual lançou a primeira linha de crédito para incentivar o cultivo do lúpulo na expectativa de atender à demanda crescente desse produto pelas cervejarias artesanais (ENTRE-RIOS JORNAL, 2019).

Com o aumento da área cultivada com lúpulo no Brasil, é esperado o surgimento de problemas fitossanitários. Teixeira e Silva (2019) citaram *Diabrotica speciosa* Germar (Coleoptera: Chrysomelidae) e o ácaro rajado (*T. urticae*) como artrópodes que infestam lúpulo no município de Cachoeiras de Macacu, RJ. Spósito et al. (2019) relataram apenas as formigas cortadeiras [*Atta sexdens* (L.), *Atta laevigata* (Smith) e *Acromyrmex* spp., Hymenoptera: Formicidae] como praga de plantios comerciais de lúpulo no Brasil, sem especificar regiões ou estados da federação. Nascimento et al. (2019) observaram que os problemas fitossanitários dos cultivos de lúpulo na área do Departamento de Horticultura da UNESP, Botucatu, SP, foram causados pelas formigas cortadeiras e pelo ácaro rajado.

Contudo, nenhum relato sobre outras espécies de insetos associadas ao lúpulo cultivado nos estados brasileiros foi encontrado na literatura técnico-científica. O presente estudo teve o objetivo de registrar pela primeira vez *H. lupulus* como planta hospedeira de moscas brancas (Aleyrodidae) no Brasil.

6.2 Material e Métodos

O estudo foi conduzido em quatro municípios do estado do Rio de Janeiro: Cachoeiras de Macacu (latitude: 22°27'45"S, longitude: 42°39'11"O e altitude: 57 m), Cordeiro (latitude: 22°01'44"S, longitude: 42°21'39"O e 485 m de altitude), Nova Friburgo (latitude 22°16'55"S, longitude: 42°31'52"O e altitude: 846 m) e Seropédica (latitude 22°44'29"S, longitude: 43°42'19"O e altitude: 33 m), RJ, no período de 30/08/2019 a 21/01/2020.

Nos três primeiros municípios, as amostragens foram realizadas em plantio comercial de lúpulo, com um ano de idade, sendo uma propriedade por município. Em Cachoeiras de Macacu, o plantio consistiu apenas de uma variedade de lúpulo (Cascade). Em Cordeiro, cinco variedades de lúpulo foram inspecionadas: Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria. Plantas dessas mesmas variedades mais Nugget e Spalt foram amostradas na propriedade de Nova Friburgo. Em Seropédica, as amostragens foram realizadas em dois locais, sendo um na casa de vegetação do Departamento de Solos (DS) do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde mudas de lúpulo das variedades Cascade, Chinook, Columbus, Nugget e Saaz foram inspecionadas, e o outro local foi no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) (NEVES et al., 2005), onde três plantas de lúpulo Cascade, com um ano de idade, foram cultivadas.

As folhas foram inspecionadas ao acaso com lupa de bolso de 20x, sendo coletadas quando estavam infestadas por ninfas de diferentes instares de moscas brancas e acondicionadas em potes plásticos transparentes de 250 ml para serem transportadas ao laboratório da Coleção Entomológica Ângelo Moreira da Costa Lima (CECL) do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da UFRRJ (Seropédica, RJ), onde eram identificadas pelo especialista do grupo, A. F. LIMA, com o auxílio de trabalho de vários autores (QUAINTANCE; BAKER, 1913; 1914; 1917; BAKER; MOLES, 1921; BONDAR, 1923; COSTA LIMA, 1928; 1942; MARTIN, 1987; 1999; 2004; 2005; 2008; HODGES; EVANS, 2005; DUBEY; SUNDARARAJ, 2015).

As ninfas de 4° instar ('pupários') dos aleirodídeos eram retiradas do limbo foliar com uso de alfinete entomológico e montadas em meios de Hoyer's e/ou Bálamo do Canadá entre lâminas e lamínulas. As lâminas eram etiquetadas com as informações sobre variedade do lúpulo, local, data e coletor e, em seguida, acondicionadas em estufa a 37 °C, por um período mínimo de 48 horas, para secagem. A identificação das espécies foi realizada com a utilização de microscópios estereoscópicos (Wild M 5 e Olympus SZ 40) e microscópios ópticos (Wild M 20 e Olympus BX 41). Os espécimes identificados foram depositados na CECL do DEnF/ICBS/UFRRJ.

Folhas de mudas de Cascade e Nugget mantidas nas estufas do DS/UFRRJ com 'pupários' foram também fotografadas e acondicionadas em potes plásticos transparentes de 500 ml com tampa e mantidos no laboratório do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP)/DEnF/ICBS/UFRRJ, em condições ambientais controladas (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h) para observar possível emergência de adultos.

6.3 Resultados e Discussão

As moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) foram identificadas como pertencente a nove gêneros, sendo dois da subfamília Aleurodicinae (*Aleurodicus* Douglas e *Nealeurodicus* Hempel) e sete da subfamília Aleyrodinae (*Aleurothrixus* Quaintance & Baker, *Aleurotrachelus* Quaintance & Baker, *Aleurotulus* Quaintance & Baker, *Bemisia* Quaintance & Baker, *Parabemisia* Takahashi, *Tetraleurodes* Cockerell e *Trialeurodes* Cockerell) (Tabela 1). Oito espécies foram identificadas, além de sete morfoespécies identificadas (novas espécies a serem descritas futuramente).

Tabela 1. Lista das espécies de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) coletadas em lúpulo em quatro municípios do estado do Rio de Janeiro, de 30/08/2019 a 21/01/2020 (x = presente; - = não detectado).

Mosca branca	Cachoeiras de Macacu	Cordeiro	Nova Friburgo	Seropédica	
				DS	SIP A
1. <i>Aleurodicus pulvinatus</i> (Maskell)	-	-	-	x	-
2. <i>Aleurothrixus trachoides</i> (Back)	-	-	x	-	-
3. <i>Aleurotrachelus</i> sp.1	-	-	x	-	-
4. <i>Aleurotulus mundururu</i> Bondar	-	-	-	x	-
5. <i>Aleurotulus</i> sp.1	-	-	x	-	-
6. <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)	x	x	x	x	-
7. <i>Bemisia tuberculata</i> Bondar	x	-	-	x	-
8. <i>Bemisia</i> sp.1	-	x	x	x	-
9. <i>Bemisia</i> sp.2	-	-	x	-	-
10. <i>Bemisia</i> sp.3	-	-	x	-	-
11. <i>Nealeurodicus moreirai</i> (Costa Lima)	-	x	x	-	-
12. <i>Parabemisia myricae</i> (Kuwana)	-	x	x	-	-
13. <i>Tetraleurodes</i> sp.1	-	-	x	-	x
14. <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)	-	x	x	-	-
15. <i>Trialeurodes</i> sp.1	-	-	x	-	-
Total de espécies	2	5	12	5	1

Com exceção de *T. vaporariorum*, as outras moscas brancas identificadas no presente estudo são registradas pela primeira vez associadas ao lúpulo (EVANS, 2008; MINISTRY FOR PRIMARY INDUSTRIES, 2010). Contudo, todas elas já têm ocorrência registrada no Brasil associadas a outras plantas hospedeiras (MARTIN; MOUND, 2007; SOTTORIVA et al., 2011; ALONSO; RACCA-FILHO; LIMA, 2012; TRINDADE; RACCA FILHO; LIMA, 2012; GAMARRA et al., 2016; KUMAR et al., 2016; OUVREARD; MARTIN, 2020).

A única espécie que ocorreu nos quatro municípios foi *B. tabaci* (Gennadius, 1889) (Tabela 1). Portanto, essa mosca branca foi capaz de infestar as folhas de mudas em condições de estufa (em Seropédica), bem como as de plantas adultas no campo (em Cachoeiras de Macacu, Cordeiro e Nova Friburgo), mas não foi encontrada nas plantas adultas do SIPA. Esta espécie está amplamente distribuída pelo mundo, associada a mais de 250 espécies de plantas hospedeiras pertencentes a diferentes famílias (EVANS, 2008). É reconhecida como um complexo de espécies capaz de causar sérios prejuízos às plantas cultivadas de grande importância econômica mundial, principalmente devido a sua capacidade de transmissão de fitoviroses (NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011; GILBERTSON et al., 2015). Na China, Bing et al. (2014) registraram *B. tabaci* infestando *Humulus scandens* (Lour.) Merr. (Cannabaceae),

conhecido como lúpulo japonês ou selvagem, mas que não é comercialmente cultivado no mundo.

Aleurothrixus trachoides (Back, 1912), *Aleurotrachelus* sp.1, *Bemisia* sp.2, *Bemisia* sp.3 e *Trialeurodes* sp.1 ocorreram apenas em Nova Friburgo (Tabela 1). Comumente conhecida como mosca branca das solanáceas ou mosca branca da pimenta, *A. trachoides* é uma praga chave da cultura da pimenta nos Estados Unidos, sendo considerada nativa da região neotropical, estando amplamente distribuída nas Américas Central e Sul, incluindo o Caribe, e na Índia, sendo uma espécie polífaga, com registro de mais de 70 espécies de plantas hospedeiras distribuídas em 34 famílias botânicas, mas prefere plantas das famílias Solanaceae e Convolvulaceae e de palmeiras do gênero *Chamaedorea* Willd. (Arecaceae) (DUBEY; SUNDARARAJ, 2015; KUMAR et al, 2016; WOSULA et al., 2018; OUVRARD; MARTIN, 2020).

As demais espécies identificadas foram comuns em dois ou três municípios. *Bemisia* sp.1 foi registrada em três municípios (Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica). As espécies comuns a dois municípios foram *Bemisia tuberculata* Bondar, 1923 em Cachoeiras de Macacu e Seropédica, *Nealeurodicus moreirai* (Costa Lima, 1928), *Parabemisia myricae* (Kuwana, 1927) e *T. vaporariorum* em Cordeiro e Nova Friburgo, sendo que nesse último ocorreu *Tetraleurodes* sp.1, que também foi registrada em Seropédica. O maior número de espécies de Aleyrodidae foi registrado para Nova Friburgo.

O primeiro registro de ocorrência de *B. tuberculata* no estado do Rio de Janeiro foi feito por Alonso, Racca-Filho and Lima (2012), infestando folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae). Essa espécie possui outros hospedeiros dentro da família Euphorbiaceae (*Euphorbia hypericifolia* L.), bem como infesta Fabaceae (*Erythrina* sp.) e Malvaceae (*Gossypium hirsutum* L.) (EVANS, 2008). Annonaceae (*Annona squamosa* L.), Sapotaceae [*Manilkara zapota* (L.) P. Royen] e Arecaceae (espécie de palmeira não identificada) são registradas como plantas hospedeiras de *N. moreirai* no Brasil (HOWARD, 2001; EVANS, 2008). Com uma lista de cerca de 80 espécies distribuídas por 35 famílias como plantas hospedeiras, *P. myricae* foi reportada pela primeira vez no Japão, em 1924, sendo que no ano seguinte causou sérios prejuízos ao cultivo de amoreira, e a partir daí ela já se expandiu para todos os continentes, atingindo cerca de 20 países, incluindo o Brasil (FRANCO et al., 1996; EVANS, 2008; SOTTORIVA et al., 2011; OUVRARD; MARTIN, 2020).

Na Nova Zelândia, *T. vaporariorum* é considerada uma praga comum do lúpulo cultivado em estufa (MINISTRY FOR PRIMARY INDUSTRIES, 2010). No presente estudo, essa espécie foi coletada a campo associada às variedades Saaz e Hallertau em Cordeiro, sendo essa última também infestada por esse aleirodídeo em Nova Friburgo (Tabela 2). Essa mosca branca é uma espécie amplamente distribuída, reportada em mais de 50 países, como praga de hortaliças e plantas ornamentais, mas apresenta uma ampla lista de plantas hospedeiras, ao redor de 270 espécies (GAMARRA et al., 2016; OUVRARD; MARTIN, 2020).

O maior número de espécies foi registrado na Cascade (n = 9), sendo seguida pela Saaz (n = 6), Brazylinsk e Hallertau (ambas com n = 4) (Tabela 2). Duas espécies foram coletadas em Columbus e Nugget. Chinook e Spalt foram infestadas por apenas uma espécie de mosca branca. Moscas brancas do gênero *Bemisia* Quaintance & Baker infestaram quase todas as variedades, exceto Chinook e Nugget. Das nove variedades, *A. trachoides* e *Aleurotulus mundururu* Bondar, 1923 infestaram uma, *N. moreirai*, duas e *P. myricae*, cinco.

Tabela 2. Moscas brancas associadas a variedades de lúpulo cultivadas em municípios do estado do Rio de Janeiro, 30/08/2019 a 21/01/2020.

Variedade	Mosca branca
Brazylnsk	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Bemisia</i> sp.2, <i>Parabemisia myricae</i> , <i>Trialeurodes</i> sp.1
Cascade	<i>Aleurodicus pulvinatus</i> , <i>Aleurotrachelus</i> sp.1, <i>Bemisia</i> sp.1, <i>Bemisia</i> sp.3, <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Bemisia tuberculata</i> , <i>Nealeurodicus moreirai</i> , <i>Parabemisia myricae</i> , <i>Tetraurodes</i> sp.1
Chinook	<i>Aleurodicus pulvinatus</i>
Columbus	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Bemisia tuberculata</i>
Hallertau	<i>Aleurothrixus trachoides</i> , <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Parabemisia myricae</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Nugget	<i>Aleurodicus pulvinatus</i> , <i>Aleurotulus</i> sp1.
Saaz	<i>Aleurotulus mundururu</i> , <i>Bemisia</i> sp.2, <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Parabemisia myricae</i> , <i>Tetraurodes</i> sp.1, <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Spalt	<i>Bemisia</i> sp.2
Victoria	<i>Bemisia</i> sp.1, <i>Nealeurodicus moreirai</i> , <i>Parabemisia myricae</i>

Espécimes de *A. mundururu* e *Aleurodicus pulvinatus* (Maskell, 1895) foram coletadas apenas em Seropédica (Tabela 2), em mudas de Cascade, Chinook e Nugget. Todas as fases de desenvolvimento de *A. pulvinatus* (ovos, ninfas de diferentes instares e adultos, tanto machos como fêmeas) estavam presentes nas folhas dessas variedades (Figura 1).

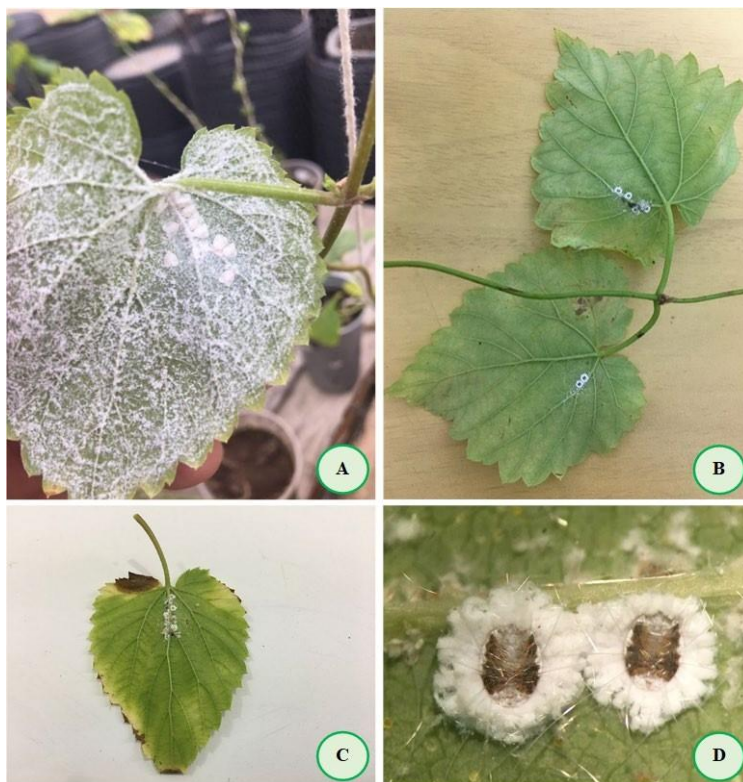


Figura 1. *Aleurodicus pulvinatus* infestando folhas de lúpulo (*Humulus lupulus*) em Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. A - Folha de lúpulo da variedade Chinook infestada por adultos de *Aleurodicus pulvinatus* em 27/09/2019 (Autor: P.M.R.M.F). B - Folhas de lúpulo variedade Nugget infestada por ninfas de *A. pulvinatus* em 21/10/2019. C - Ninfas de *A. pulvinatus* na face abaxial da folha da variedade Cascade em 21/10/2019. D - Vista aproximada das ninfas de 4º instar ('pupários') de *A. pulvinatus* na face abaxial da folha da variedade Nugget (Autor: E.L.A.M.).

Na Nugget e Cascade, observou-se que ninfas de 4º instar (‘pupários’) de *A. pulvinatus* mantidas nas folhas conseguiram se desenvolver até adultos no laboratório. Esses resultados indicam o lúpulo como uma espécie adequada para seu desenvolvimento, mas seu potencial como praga demandaria futuros estudos sobre a biologia de *A. pulvinatus* nessa planta.

No Brasil, *A. mundururu* foi assinalada pela primeira vez em uma Melastomataceae (*Miconia* sp.) em 1923, e registros posteriores incluem também *Strychnos* sp. (Loganiaceae) como hospedeiro e sua ocorrência em Belize, Costa Rica, Equador, Guiana e Trinidad (EVANS, 2008; OUVRARD; MARTIN, 2020). *Aleurodicus pulvinatus*, considerada nativa da América Central, América do Sul e várias ilhas do Caribe, tem o status de praga do coqueiro (*Cocos nucifera* L., Arecaceae) e muitas plantas ornamentais, mas está associada a cerca de 19 famílias botânicas (KAIRO et al., 2001; EVANS, 2007; OUVRARD; MARTIN, 2020).

6.4 Conclusões

Moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) pertencentes a nove gêneros e a quinze espécies (*Aleurodicus pulvinatus*, *Aleurothrixus trachoides*, *Aleurotrachelus* sp.1, *Aleurotulus mundururu*, *Aleurotulus* sp.1, *Bemisia tabaci*, *Bemisia tuberculata*, *Bemisia* sp.1, *Bemisia* sp.2, *Bemisia* sp.3, *Nealeurodicus moreirai*, *Parabemisia myricae*, *Tetraleurodes* sp.1, *Trialeurodes vaporariorum* e *Trialeurodes* sp.1) estão associadas a nove variedades de lúpulo (Brazylinsk, Cascade, Chinook, Columbus, Hallertau, Nugget, Saaz, Spalt e Victoria) distribuídas entre os municípios de Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica, RJ, consistindo nos primeiros registros de aleirodídeos em *Humulus lupulus* no Brasil.

6.5 Referências Bibliográficas

- ALONSO, R. S.; RACCA-FILHO, F.; LIMA, A. F. Occurrences of whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) crops under field conditions in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 1, p. 78-79, 2012.
- BAKER, A. C.; MOLES, A. L. The Aleyrodidae of South America, with description four new Chilean species. **Revista Chilena de Historia Natural**, v.25, p. 609-648, 1921.
- BIENDL, M. Hops and health. **Master Brewers Association of the Americas Technical Quarterly**, v.46, p.1-8, 2009.
- BING, X-L.; XIA, W-Q.; GUI, J-D.; YAN, G-H.; WANG, X-W.; LIU, S-S. Diversity and evolution of the *Wolbachia* endosymbionts of *Bemisia* (Hemiptera: Aleyrodidae) whiteflies. **Ecology and Evolution**, v. 4, n. 13, p. 2714-2737, 2014.
- BOCQUET, L.; SAHPAZ, S.; HILBERT, J. L.; RAMBAUD, C.; RIVIÈRE, C. *Humulus lupulus* L., a very popular beer ingredient and medicinal plant: overview of its phytochemistry, its bioactivity, and its biotechnology. **Phytochemistry Reviews**, v. 17, p. 1047-1090, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9584-y>.
- BOROWIEC, N.; QUILICI, S.; MARTIN, J.; ISSIMAILA, M.; CHADHOULIATI, A.; YOUSOUFA, M. A.; BEAUDOIN-OLLIVIER, L.; DELVARE, G.; REYNAUD, B. Increasing distribution and damage to palms by the Neotropical whitefly, *Aleurotrachelus atratus* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 134, n. 6, p. 498-510, 2010.
- CARABALÍ, A.; BELLOTTI, A. C.; MONTOYA-LERMA, J.; FREGENE, M. Resistance to the whitefly, *Aleurotrachelus socialis*, in wild populations of cassava, *Manihot tristis*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2010.
- CASSINO, P. C. R.; RODRIGUES, W. C.; SOUZA, S. S. P. Aleirodódeos. CASSINO, P. C. R.; RODRIGUES, W. C. (Org.). **Citricultura fluminense: principais pragas e seus inimigos naturais**. Seropédica: EDUR, 2004. p. 17-26.
- COSTA LIMA, A. M. da. Contribuição ao estudo dos Aleirodódeos da subfamília Aleurodicinae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 4, supl., p. 128-140, 1928.
- COSTA LIMA, A. M. da. Sobre aleirodódeos do gênero "*Aleurothrixus*" (Hom.). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 4, p. 419-426, 1942.
- DODDS, K. **Hops, a guide for new growers**. The State of New South Wales: NSW Department of Primary industries, 2017. 52p. Disponível em: <https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/712717/hops-guide-for-new-growers.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- DUBEY, A. K.; SUNDARARAJ, R. A new combination and first record of genus *Aleurothrixus* Quaintance & Baker (Hemiptera: Aleyrodidae) from India. **Biosystematica**, v. 9, p. 23-28, 2015.

ENTRE-RIOS JORNAL. **Governo do Rio lança linha de crédito para cultivo do lúpulo.** Disponível em: <<https://www.entreriosjornal.com.br/noticia-governo-do-rio-lanca-linha-de-credito-para-cultivo-do-lupulo-71711>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

EVANS, G. A. **The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies.** Version 2008-09-23. Beltsville: USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), 2008.

FAGHERAZZI, M. M.; SANTOS M. F. S.; SANTOS, K. V. T.; RUFATO, L. Análise de custo de implantação de lúpulo na região do planalto sul catarinense. **Revista da Jornada de Pós-graduação e Pesquisa**, v. 15, n. 15, p. 721-730, 2018.

FAOSTAT. Food and agriculture data: hop. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

FRANCO, J. C.; CARVALHO, J. P. CAVACO, M.; FERNANDES, J. E. Sobre a presença de *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera; Aleyrodidae) em Portugal. **Boletim Sanidad Vegetal, Plagas**, v. 22, n. 3, p. 521-536, 1996.

FRANCO, L.; SÁNCHEZ, C.L.; BRAVO, R.; RODRÍGUEZ, A.B.; BARRIGA, C.; CUBERO, J. The sedative effects of hops (*Humulus lupulus*), a component of beer, on the activity/rest rhythm. **Acta Physiologica Hungarica**, v. 99, n. 2, p. 133-139, 2012.

GAMARRA, H.; CARHUAPOMA, P.; MUJICA, N.; KREUZE, J.; KROSCHEL, J. Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1956). In: KROSCHEL, J.; MUJICA, N.; CARHUAPOMA, P.; SPORLEDER, M. (eds.). **Pest distribution and risk atlas for Africa. Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated biocontrol agents under current and future climates.** Lima: International Potato Center (CIP), 2016. p. 154-168.

GILBERTSON, R. L., BATUMAN, O., WEBSTER, C. G.; ADKINS, S. Role of the insect supervectors *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in the emergence and global spread of plant viruses. **Annual Review of Virology**, v. 2, p. 67-93, 2015.

HILJE, L.; MORALES, F. J. Whitefly bioecology and management in Latin America. In: CAPINERA, J. L. (ed.). **Encyclopedia of entomology.** Dordrecht: Springer, 2008. p. 4250-4260.

HODGES, G. S.; EVANS, G. A. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern united states. **Florida Entomologist**, v. 88, p. 518-534, 2005.

HOWARD, F. W. Sap-feeders on palms. In: HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; ABAD, R. G. (eds.). **Insects on palms.** Wallingford: CABI Publishing, 2001. p. 199-232.

HRNČIČ, M. K.; ŠPANINGER, E.; KOŠIR, I. J.; KNEZ, Ž.; BREN, U. Hop compounds: extraction techniques, chemical analyses, antioxidative, antimicrobial, and

anticarcinogenic effects. **Nutrients**, v. 11, n. 2, p. 1-37, 2019. <https://doi.org/10.3390/nu11020257>

KAIRO, M. T. K.; LOPEZ, V. F.; POLLARD, G. V.; HECTOR, R. Biological control of coconut whitefly, *Aleurodicus pulvinatus*, in Nevis. **Biocontrol News and Information**, v. 22, n. 2, p. 45N-50N, 2001. <http://cabweb.org/PDF/BNI/Control/BNIRA59.pdf>.

KUMAR, V.; FRANCIS, A.; AHMED, M.; MANNION, C.; STOCKS, I.; ROHRIG, E.; MCKENZIE, C.; OSBORNE, L. **Solanum whitefly, pepper whitefly (suggested common names) *Aleurotrachelus trachoides* Back (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae: Aleyrodinae)**. Gainesville: IFAS Extension, University of Florida, 2016. 5p.

MARTIN, J. H. A revision of *Aleurodicus* Douglas (Sternorrhyncha, Aleyrodidae), with two new genera proposed for palaeotropical natives and an identification guide to world genera of Aleyrodicinae. **Zootaxa**, v. 1835, p. 1-100, 2008.

MARTIN, J. H. An identification guide to common whiteflies pest species of the world (Homoptera: Aleyrodidae). **Tropical Pest Management**, 1987, v. 33, p. 298-322.

MARTIN, J. H. **The whitefly fauna of Australia (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) – a taxonomic account and identification guide**. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Division of Entomology, 1999 (Technical Paper, 38).

MARTIN, J. H. The whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae). Part 1 - introduction and account of the subfamily Aleyrodicinae Quaintance & Baker. **Zootaxa**, v. 681, p. 1-119, 2004.

MARTIN, J. H. The Whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae). Part 2 - a review of the subfamily Aleyrodinae Westwood. **Zootaxa**, v. 1098, p. 1-116, 2005.

MARTIN, J. H.; MOUND, L. A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). **Zootaxa**, v. 1492, p. 1-84, 2007.

MAURER, K.; LAMONDIA, J. **Guidelines for integrated pest management for hops in Connecticut**. New Haven: The Connecticut Agricultural Experiment Station, 2017. 14p. (Bulletin, 1050).

MINISTRY FOR PRIMARY INDUSTRIES. ***Humulus* post-entry quarantine testing manual**. Auckland: Plant Health and Environment Laboratory, Investigation and Diagnostic Centres and Response, 2010. 29p. Disponível em: <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/13633/direct>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

MURGIANTO, F.; HIDAYAT, P. Whitefly infestation and economic comparison of two different pest control methods on soybean production. **Planta Tropika: Jurnal Agrosains** (Journal of Agro Science), v. 5, n. 2, p. 101-115, 2017.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVÉ, E.; SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. **Annual Review of Phytopathology**, v. 49, p. 219-248, 2011.

NASCIMENTO, S. R.; FORTUNA, G. C.; GUERRA, A. B. R. A. P.; SABINO, B. C. C.; HORÁCIO, C. H. R.; CAMPOS, O. P.; MENEZES, G. B.; KOVACS, J. O.; VASCONCELLOS, L. V.; BONFIM, F. P. G. Entomofauna associada ao manejo orgânico e convencional de lúpulo cultivado no oeste paulista. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES E PRODUTORES DE LÚPULO (I ENBRALÚPULO), 1., Jaboticabal, 2019. **Anais...** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Câmpus de Botucatu.

NAVAS-CASTILLO, J. and FIALLO-OLIVÉ, E. and SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. **Annual Review of Phytopathology**, v. 49, p. 219-248, 2011.

NEVES, M. C. P.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, S. R.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Sistema Integrado de Produção Agroecológica ou Fazendinha Agroecológica do km 47. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (eds.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica e sustentável**. Brasília: Embrapa Informação e Tecnologia, 2005. p. 149-172.

O'NEAL, S. D., WALSH, D. B.; GENT, D. H. **Field guide for integrated pest management in hops**. Pullman: U.S. Hop Industry Plant Protection Committee, 2015. 3.ed. 112p.

OUVRARD, D.; MARTIN, J.H. The white-files - taxonomic checklist of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Disponível em: <http://www.hemiptera-databases.org/whiteflies/>>. Acesso em: 29 mar. 2020. doi:10.5519/0095728

QUAINTANCE, A. L. and BAKER, A. C. Classification of the Aleyrodidae Part I. **Technical Series, United States Department of Agriculture Bureau of Entomology**, v. 27, p. 1-93, 1913.

QUAINTANCE, A. L. and BAKER, A. C. Classification of the Aleyrodidae Part II. **Technical Series, United States Department of Agriculture Bureau of Entomology**, v. 27, p. 95-109, 2014.

QUAINTANCE, A. L. and BAKER, A. C. A contribution to our knowledge of the whiteflies of the sub-family Aleurodinae (Aleyrodidae). **Proceedings of the United States National Museum**, v. 51, 335-445, 1917.

RINCON, D. F.; VASQUEZ, D. F.; RIVERA-TRUJILLO, H. F.; BELTRÁN, C.; BORRERO-ECHEVERRY, F. Economic injury levels for the potato yellow vein disease and its vector, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), affecting potato crops in the Andes. **Crop Protection**, v. 119, p. 52-58, 2019.

SALAH, M.; BASHEER, A. N.; ASSLAN, L. The influence of prey life stages of *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) on biological parameters of the predator *Scolothrips sexmaculatus* (Thysanoptera:Thripidae) in laboratory rearing. **The Arab Journal for Arid Environments**, v. 10, p. 24-31, 2017.

SMALL, E. 51. Hop (*Humulus lupulus*) – a bitter crop with sweet prospects. **Biodiversity**, v. 17, n. 3, p. 115-127, 2016.

SPÓSITO, M. B.; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ/Divisão de Biblioteca, 2019. 81 p. (Série Produtor Rural, 68).

SOTTORIVA, L. D. M.; ROEL, A.R.; LIMA, A. F.; SOUZA, R. O.; SOUZA, A. P. Levantamento de aleirodídeos em Campo Grande (MS) e região. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 13. p. 251-257, 2011.

SUH, S-J. New records of Korean whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 12, n. 1, p. 45-49, 2009.

TEIXEIRA, A. J.; SILVA, M. L. P. **Desenvolvimento e adaptabilidade da cultura do lúpulo na região serrana fluminense – perspectivas & entraves**. Niterói: Emater-Rio, 2019. 16 p. Disponível em: <https://issuu.com/redelupulo/docs/nota_tecnica_lupulo_emater_rio>. Acesso em: 10 abr. 2020.

TRINDADE, T.; RACCA FILHO, F.; LIMA, A. F. *Aleurodicus* Douglas (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleurodicinae) no estado do Rio de Janeiro e primeiro registro de *Aleurodicus trinidadensis* Quaintance and Baker para o Brasil. **Entomotropica**, v. 27, n. 2, p. 57-70, 2012.

TURNER, S. F.; BENEDICT, C. A.; DARBY, H.; HOAGLAND, L. A.; SIMONSON, P.; SIRRINE, J. R.; MURPHY, K. M. Challenges and opportunities for organic hop production in the United States. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 6, p. 1645-1654, 2011.

VALADÃO, G. S.; VIEIRA, M. R.; PIGARI, S. A. A.; TABET, V. G.; SILVA, A. C. Resistência de cultivares de videira ao ácaro-rajado *Tetranychus urticae* na região de Jales, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 1051-1058, 2012.

WOSULA, E. N.; EVANS, G.A.; ISSA, K.A.; LEGG, J.P. Two new invasive whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) to Tanzania. **African Entomology**, v. 26, n. 1, p. 259-264, 2018.

**7 CAPÍTULO IV. PRIMEIRO REGISTRO DE LAGARTAS DESFOLHADORAS
(LEPIDOPTERA) DE LÚPULO E PREDAÇÃO POR BICHO LIXEIRO
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) NO BRASIL**

RESUMO

Lagartas desfolhadoras das famílias Crambidae, Erebidae, Geometridae, Noctuidae, Nymphalidae e Tortricidae (Lepidoptera) são listadas como pragas de lúpulo (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) nos países com tradição em seu cultivo. O presente estudo foi conduzido em plantio comercial de lúpulo nos municípios de Nova Friburgo e Cachoeiras de Macacu, RJ e em casa de vegetação com mudas de lúpulo no município de Seropédica, RJ, no período de outubro a dezembro de 2019. Folhas de lúpulo infestadas com lagartas foram coletadas nesses locais e criadas em potes plásticos de 250 mL com folhas da mesma variedade de lúpulo da qual estavam se alimentando, até atingirem a fase adulta, em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ e 12h de fotoperíodo). Os adultos foram montados e alfinetados para a identificação das espécies. Adultos de lagartas gregárias emergidos em laboratório foram acondicionados em gaiolas para avaliar sua capacidade de deposição de ovos viáveis. Em uma coleta, larva de bicho-lixo (Neuroptera: Chrysopidae) foi observada em uma mesma folha com presença de lagartas gregárias, sendo, então, coletadas, acondicionadas em um pote plástico de 250 mL e observadas até obtenção do adulto em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ e 12h de fotoperíodo), para a identificação específica. Quanto aos resultados, este trabalho registra, pela primeira vez, o lúpulo como planta hospedeira de larvas de três espécies de Noctuidae (Lepidoptera: Noctuidae): *Elaphria agrotina* (Guenée, 1852), *Spodoptera dolichos* (Fabricius, 1794) e *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) no Brasil, sendo que a última até seu segundo instar apresentaram comportamento gregário. Lagartas de *S. eridania* foram capazes de se desenvolver e gerar adultos férteis, cujas fêmeas depositaram ovos com 100% de viabilidade na segunda postura, em condições de laboratório. Foi registrado também a predação de lagartas de *S. eridania* por larva de *Ceraeochrysa cornuta* (Navás, 1925) (Neuroptera: Chrysopidae, Chrysopini) em Nova Friburgo.

Palavras-chaves: *Humulus lupulus*, Noctuidae, inseto filófago, crisopídeo, predação.

ABSTRACT

Defoliating caterpillars from the families Crambidae, Erebidae, Geometridae, Noctuidae, Nymphalidae and Tortricidae (Lepidoptera) are listed as pests of hops (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) in countries with tradition in its cultivation. The present study was conducted in commercial hop planting in the municipalities of Nova Friburgo and Cachoeiras de Macacu, RJ and in a greenhouse with hop seedlings in the municipality of Seropédica, RJ, from October to December 2019. Hop leaves infested with caterpillars were collected in these locations and reared in 250 ml plastic pots with leaves of the same hop variety they were feeding on, until they reached adulthood, in laboratory conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ and 12h of photoperiod). The adults were mounted and pinned to identify the species. Some adults emerged from gregarious caterpillars in the laboratory were placed in cages to assess their ability to lay viable eggs. In one collection, a debris-carrying lacewing larva (Neuroptera: Chrysopidae) was observed on the same leaf with the presence of gregarious caterpillars, which were then collected, placed in a 250 mL plastic pot and observed until the adult stage in laboratory conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ and 12h of photoperiod) for specific identification. As for the results, this work records, for the first time, hops as a host plant for larvae of three species of Noctuidae (Lepidoptera: Noctuidae): *Elaphria agrotina* (Guenée, 1852), *Spodoptera dolichos* (Fabricius, 1794) and *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) in Brazil, and the last one until its second instar showed gregarious behavior. Caterpillars of *S. eridania* were able to develop and generate fertile adults, whose females laid eggs with 100% viability in the second laying, under laboratory conditions. The predation of *S. eridania* caterpillars by larva of *Ceraeochrysa cornuta* (Navás, 1925) (Neuroptera: Chrysopidae, Chrysopini) was also recorded in Nova Friburgo.

Key words: *Humulus lupulus*, Noctuidae, phytophagous insect, green lacewing, predation.

7.1 Introdução

Os lepidópteros constituem a segunda maior ordem da classe Insecta em número de espécies catalogadas, com aproximadamente 170.000 espécies distribuídas nas diferentes regiões zoogeográficas do mundo. No Brasil, cerca de 26.000 espécies de lepidópteros são conhecidas, representando quase a metade das espécies da região Neotropical, embora estimem-se que essa diversidade seja bem maior. O total de 124 famílias de lepidópteros são conhecidas, sendo que 71 ocorrem no Brasil (DUARTE et al., 2012).

Lepidópteros desfolhadores ocorrem na maioria das famílias, destacando-se as espécies que pertencem a Noctuidae, que reúne ao redor de 7.090 espécies em todo o mundo. Espécies de noctuídeos desfolhadores assumem grande importância quando se alimentam de folhas de culturas agrícolas ou florestais, causando prejuízos econômicos ou mesmo perda total das lavouras (DUARTE et al., 2012).

O lúpulo (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) é majoritariamente cultivado para atender o mercado cervejeiro. Suas flores femininas, designadas de “cone”, “estróbilo” ou, simplesmente, “lúpulo”, possuem as substâncias que confere aroma e sabor (amargor) à cerveja, além de contribuir para a estabilidade físico-química e microbiológica da mesma, constituindo o principal ingrediente dessa bebida (HILLER, et al., 1996; ALMAGUER et al., 2014; MAHAFFEE et al., 2009).

Um total de 29 países cultivam comercialmente o lúpulo, mas os principais são Alemanha, China, Etiópia, Estados Unidos da América e República Tcheca. Na América do Sul, apenas a Argentina está registrada como país produtor de lúpulo (FAOSTAT, 2020). No Brasil, a cultura do lúpulo (*H. lupulus*) ganhou conhecimento público a menos de cinco anos (ARAÚJO, 2016). Atualmente existem produtores nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Distrito Federal, porém não há um valor estimado do total da produção brasileira de lúpulo (FAGHERAZZI et al., 2018).

No estado do Rio de Janeiro, os plantios de lúpulo iniciaram em 2016 e em pequena escala (AQUINO et al., 2019). Contudo, a área cultivada com lúpulo no estado do Rio de Janeiro deve expandir devido aos incentivos do governo do estado, como a sanção da Lei Estadual Nº 7954/2018, de 14/05/2018, que legitimou o Polo Cervejeiro Artesanal de Nova Friburgo, e o lançamento da primeira linha de crédito rural junto ao Banco do Brasil, em 17/05/2019, para exploração do lúpulo em território fluminense, aumentando ainda mais o interesse dos agricultores a investir nesta nova cultura para a região, com a expectativa de atender principalmente o mercado de cervejas artesanais (BEER ART, 2018; AQUINO et al., 2019; ENTRE-RIOS JORNAL, 2019; TEIXEIRA & SILVA, 2019).

Nos países que cultivam tradicionalmente o lúpulo, várias espécies de Lepidoptera são citadas como pragas, as quais estão distribuídas em seis famílias (Crambidae, Erebidae, Geometridae, Noctuidae, Nymphalidae e Tortricidae). Noctuidae reúne o maior número de espécies associadas ao lúpulo, num total de seis espécies: *Amathes c-nigrum* Eitschberger, *Euxoa ochragaster* (Guenée), *Hydraecia immanis* Guenée, *Hydraecia micacea* (Esper), *Hypena humuli* Harris e *Mamestra configurata* (Walker), (O'NEAL et al., 2015; LIZOTTE, 2019). ROBINSON et al. (2010) registram mais 16 espécies de Noctuidae associadas ao lúpulo, totalizando 22 espécies. *Humulus scandens* (Lour.) Merr. (lúpulo japonês ou selvagem) é registrada como planta hospedeira de *Heliopsis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em Gansu (China) (CHUNGUI & CHANGFU, 1992; ZHENG et al., 2006).

No Brasil, os registros de insetos associados aos plantios comerciais de lúpulo citam apenas espécies fitófagas da ordem Coleoptera (*Diabrotica speciosa* Germar, Chrysomelidae) e Hymenoptera [*Atta sexdens* (L.), *Atta laevigata* (Smith) e *Acromyrmex* spp., Formicidae] (AQUINO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019; SPÓSITO et al., 2019; TEIXEIRA & SILVA, 2019).

Este trabalho tem o objetivo de registrar, pela primeira vez, a associação de larvas de lepidópteros da família Noctuidae com lúpulo (*H. lupulus*) em três municípios do Estado do Rio de Janeiro e sua predação por larvas de Chrysopidae (Neuroptera). Avaliou-se também alguns aspectos da biologia desses lepidópteros em condições de laboratório.

7.2 Material e Métodos

O estudo foi realizado no período de outubro a dezembro de 2019, em três locais, sendo duas unidades de produção de lúpulo (*Humulus lupulus*), uma no Viveiro de Lúpulo Paulo Cordeiro, distrito de Amparo do município de Nova Friburgo, RJ (latitude 22°16'55"S e longitude: 42°31'52"W; altitude: 846 m), com o cultivo de 12 variedades de lúpulo (Figura 1).

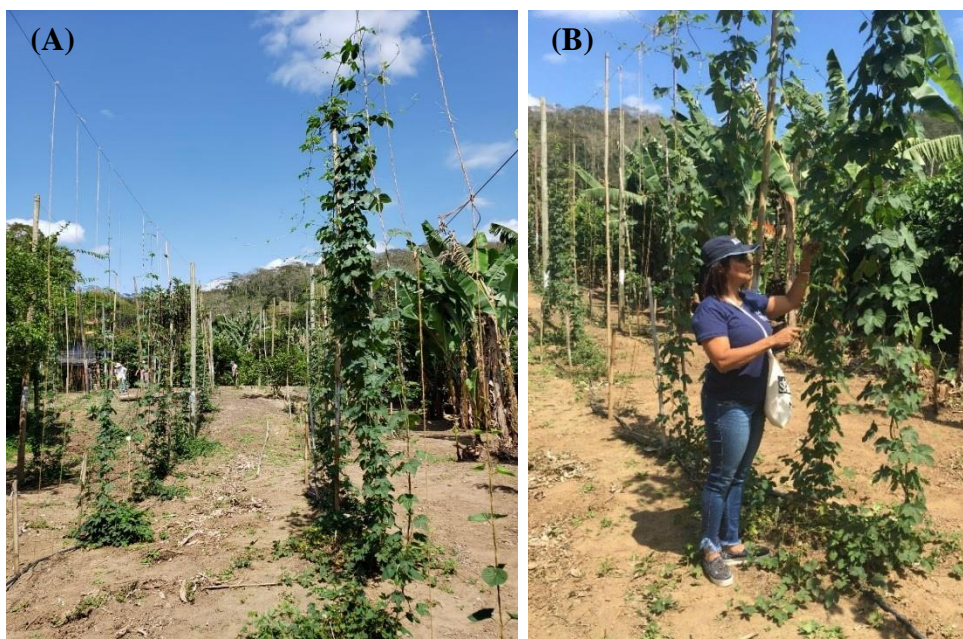


Figura 1. (A) Plantio de lúpulo (*Humulus lupulus*) no Viveiro de Lúpulo Paulo Cordeiro, distrito de Amparo do município de Nova Friburgo, RJ. (B) Inspeção das folhas de lúpulo nessa área (Fotos: Patricia S. C. Fernandez).

Outra unidade de produção estava na Fazenda Sertão, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ (latitude: 22°27'45"S, longitude: 42°39'11"O e altitude: 57 m), com cultivo de apenas uma variedade (Cascade) (Figura 2).

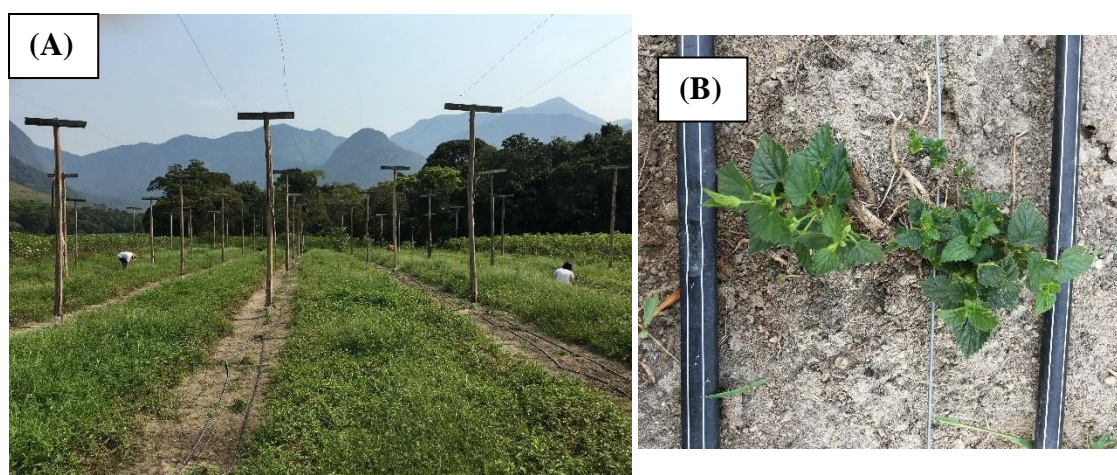


Figura 2. (A) Plantio de lúpulo (*Humulus lupulus*), variedade Cascade, na Fazenda Sertão, em Cachoeiras de Macacu, RJ (21/11/2019). (B) Vista aproximada da planta em início de desenvolvimento após poda (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

O outro local correspondeu a casa de vegetação do Departamento de Solos (DS) do Instituto de Agronomia (IA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), com mudas de lúpulo de diferentes variedades (Figura 3), no município de Seropédica (latitude 22°44'29"S, longitude: 43°42'19"O e altitude: 33 m).



Figura 3. Mudanças de lúpulo (*Humulus lupulus*) na casa de vegetação do Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ (FRADE, 2019).

Em Nova Friburgo, no dia 17/11/2019, várias lagartas bem pequenas, provavelmente de primeiro instar, esverdeadas e capsula cefálica de cor preta foram observadas agrupadas na face abaxial de uma folha de uma planta da variedade Nugget (Figura 4), onde estavam raspando uma pequena área do limbo foliar, próximo ao local de postura. Nesse mesmo dia, observou-se a presença de duas lagartas bem pequenas e de cor predominante verde também na face abaxial de uma folha de outra planta da variedade Hallertau, alimentando-se do seu limbo.

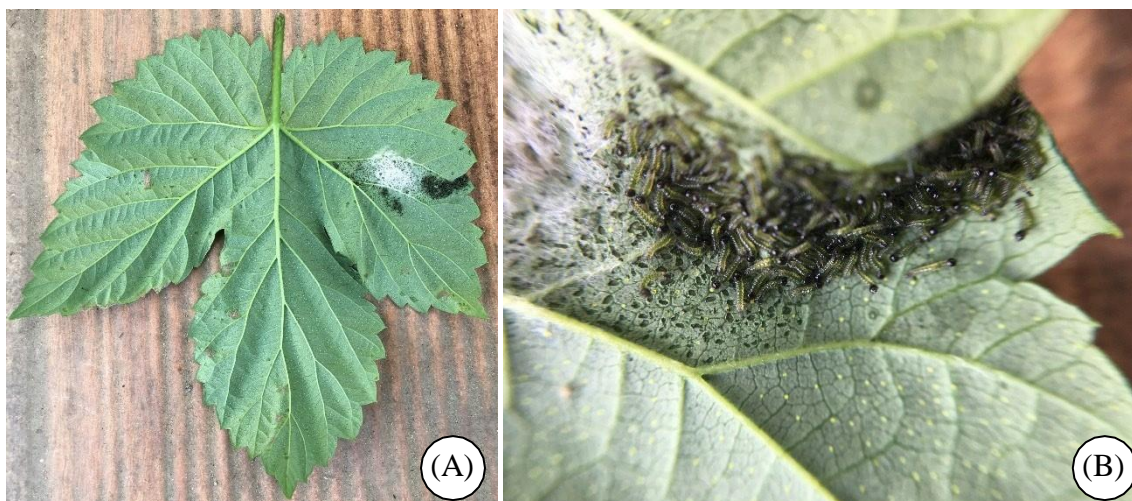


Figura 4. Lagartas agrupadas na face abaxial de uma folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Nugget no município de Nova Friburgo, RJ, em 17/10/2019. (A) visão de toda a folha mostrando as lagartas próximas ao local da postura e (B) visão aproximada das lagartas (Fotos: Patricia S. C. Fernandez).

No dia 20/11/2019, outro grupo de lagartas bem pequenas de coloração esverdeada, foi também encontrada na face abaxial de uma folha da variedade Hallertau, alimentando-se do limbo, sendo muito parecidas com as coletadas na Nugget. Observou-se também a presença de uma larva de crisopídeo coberta por detritos, conhecida vulgarmente por bicho-lixeiro, próxima às lagartas (Figura 5).

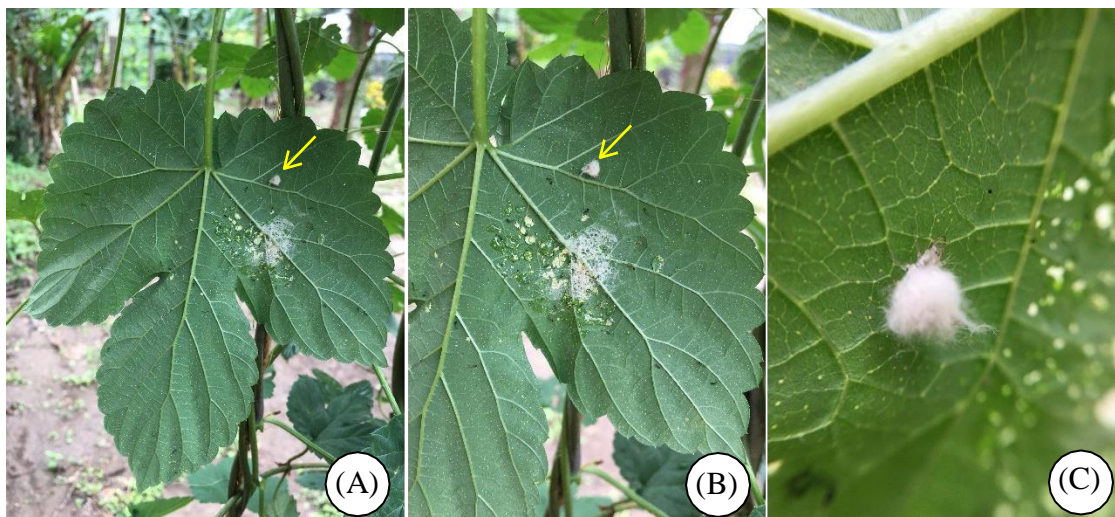


Figura 5. Lagartas na face abaxial de uma folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Hallertau em Nova Friburgo, RJ, em 20/11/2019. (A) visão de toda a folha, com as lagartas próximas ao local da postura e uma larva de crisopídeo (indicado por seta amarela), (B) visão mais aproximada da larva, (C) larva do crisopídeo em destaque (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

No dia seguinte (21/11/2019), uma lagarta bem pequena e de cor predominante verde, com pequenos pontos pretos (Figura 6), foi observada na face abaxial de uma folha da variedade Cascade em Cachoeiras de Macacu, RJ. Essa lagarta era muito parecida com a coletada na Hallertau em Nova Friburgo em 17/11/2019. Nesse mesmo mês, no dia 29/11/2019, três lagartas muito pequenas e escuras foram encontradas na face abaxial de uma folha de uma muda da variedade Nugget no município de Seropédica, RJ.

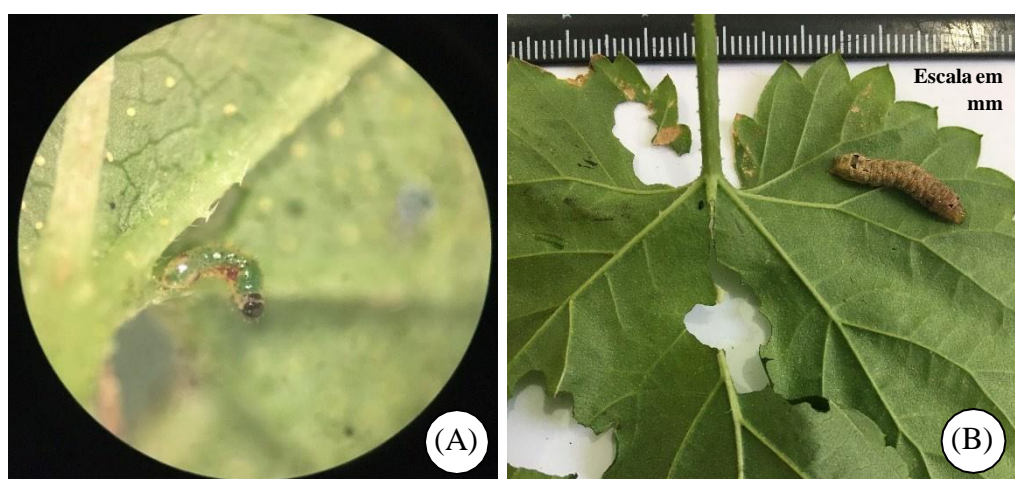


Figura 6. Lagarta coletada na face abaxial de uma folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Cascade em Cachoeiras de Macacu, RJ, em 21/11/2019. (A) Visão aproximada sob microscópio estereoscópico com aumento de 40x, (B) Mesma lagarta com 10 dias após sua coleta (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Em cada dia de observação, as lagartas foram coletadas e acondicionadas em potes plásticos transparentes de 250 mL, com as folhas nas quais estavam se alimentando, e transportadas para o laboratório do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), do

Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), *campus* de Seropédica, RJ, para que completassem seu desenvolvimento até a fase adulta.

Folhas inteiras (sem danos) das mesmas variedades em que as lagartas foram observadas foram coletadas e conservadas na geladeira no CIMP para servirem de alimento, e assim, mantê-las na mesma dieta no laboratório. As lagartas que estavam agrupadas foram assim mantidas até começarem a se dispersar, sendo então contadas e individualizadas, com auxílio de um pincel fino, em outros potes plásticos transparentes de 250 mL, contendo duas folhas. As demais lagartas foram individualizadas no dia seguinte à coleta, usando um pincel fino, em potes do mesmo tipo.

Quando a quantidade de folhas coletadas nos outros municípios não foi suficiente, mais folhas foram coletadas de plantas da mesma variedade cultivadas na casa de vegetação do DS/IA/UFRRJ. As folhas consumidas foram trocadas por novas (inteiras) quando 50% ou mais de seu limbo tinham sido consumidos e procedia também a remoção das fezes, depois das lagartas migrarem, em sua maioria, para as folhas novas, e assim procedendo sucessivamente até as lagartas completar seu desenvolvimento e transformarem-se em pré-pupa.

As pupas obtidas das lagartas coletadas na Nugget em Nova Friburgo foram contadas e metade delas foram separadas e colocadas, individualmente, dentro de potes plásticos de 50 mL sobre um pedaço de papel toalha amassado. Esses potes foram acondicionados, sem a tampa (não vedados), em uma gaiola telada com estrutura de madeira de 50 cm de altura x 30 cm de largura e profundidade, sendo as paredes internas forradas com folhas de papel sulfite branco A4 de 75g/m² como substrato para oviposição. Após a emergência dos primeiros adultos, um chumaço de algodão embebido com solução aquosa de mel (1:1) foi colocado no fundo da gaiola para servir de alimento. Diariamente, na parte da manhã, as gaiolas foram inspecionadas para verificar a presença de ovos.

Ovos depositados no papel foram transferidos para a placa de Petri de 9 cm para avaliar a viabilidade. Após a morte natural dos adultos, eles foram analisados quanto a presença de deformações aparentes, o número de adultos normais (sem defeitos aparentes) e o número de adultos defeituosos foram determinados. A outra metade das pupas foram igualmente individualizadas e condicionadas nos potes de 50 mL, mas vedados com a tampa de rosca. Os adultos emergidos, uma vez fixados a coloração, foram mortos por congelamento, sendo também analisados da mesma maneira que os adultos da gaiola. Alguns exemplares de adultos normais foram montados em alfinete entomológico com as asas esticadas, fotografados e identificados com auxílio de taxonomista de lepidópteros.

As pupas obtidas das outras lagartas coletadas na Hallertau, em Nova Friburgo, e aquela proveniente da lagarta coletada na Cascade, em Cachoeiras de Macacu, foram transferidas para novos potes de 250 ml, colocando-as sobre papel toalha amassado e aí mantidas até a emergência dos adultos, com exceção das lagartas coletadas na Nugget em Seropédica, RJ, que foram mantidas nas folhas de lúpulo onde transformaram-se em pupa (Figura 7). Os adultos foram mortos por congelamento após fixarem sua coloração e montados em alfinete entomológico com as asas esticadas para serem fotografados e identificados com auxílio de taxonomista de lepidópteros.

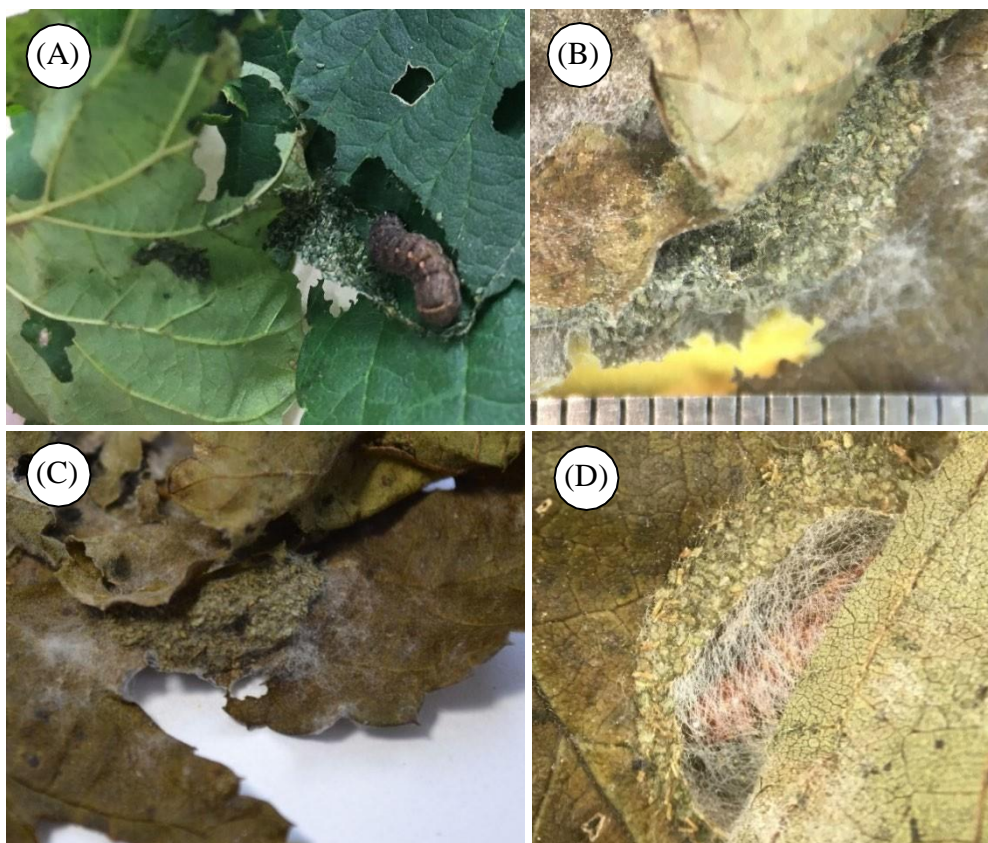


Figura 7. (A) Lagarta coletada em folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Nugget no município de Seropédica, RJ, em 29/11/2019. (B) Casulo construído pela lagarta feito com fezes e fios de seda em vista aproximada sob microscópio estereoscópico com aumento de 40x. (C) Casulo feito entre duas folhas de lúpulo. (D) Pupa no interior do casulo exibida após retirada parcial de uma das folhas de lúpulo (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

A larva de crisopídeo observada na Hallertau, em Nova Friburgo (Figura 5), foi coletada e mantida junto às lagartas na folha, sendo acondicionadas em pote de plástico de 500 mL e também transportado para o laboratório do CIMP onde foi criada, nesse pote, até a fase adulta. A larva do crisopídeo foi observada diariamente para acompanhar seu comportamento predatório sobre as lagartas, sendo que fotografada quando ocorreu predação. Depois da emergência, o adulto do crisopídeo, após fixada sua coloração, foi morto por congelamento, montado em alfinete entomológico e teve suas asas esticadas para permitir sua identificação. Após a larva do crisopídeo empupar, as lagartas que não foram predadas foram criadas seguindo a mesma metodologia adotada para as lagartas coletadas em 17/10/2019. O número de pupas foi determinado e os adultos emergidos triados da mesma forma.

Os adultos dos lepidópteros obtidos foram identificados por taxonomista do grupo (Dr. Vitor Osmar Becker, Instituto Uiraçu, Camacan, BA). O adulto do crisopídeo foi montado em alfinete entomológico para sua identificação com base em Adams & Penny (1985), Freitas & Penny (2001), Freitas et al. (2009), Viana & Albuquerque (2009), Sosa & Freitas (2010) e Tauber & Flint (2010).

Todos os insetos criados no CIMP foram mantidos em condições ambientais controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ e 12h de fotoperíodo).

7.3 Resultados e Discussão

Três espécies de Lepidoptera da subfamília Noctuidae da família Noctuidae foram identificadas, duas do gênero *Spodoptera* Guenée e uma do gênero *Elaphria* Hübner.

Os adultos originários das lagartas que estavam agrupadas na folha das variedades Nugget e Hallertau, ambas coletadas em Nova Friburgo (17/10/2019 e 20/11/2019, respectivamente), foram identificados pertencer a *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782).

Um total de 172 lagartas de *S. eridania* foram coletadas na face abaxial da folha da Nugget (Figura 8). Do total de lagartas, 88 morreram antes de completar a fase larval e 84 levaram entre 16 a 18 dias para atingir a fase de pupa (em 02 a 04/11/2019).

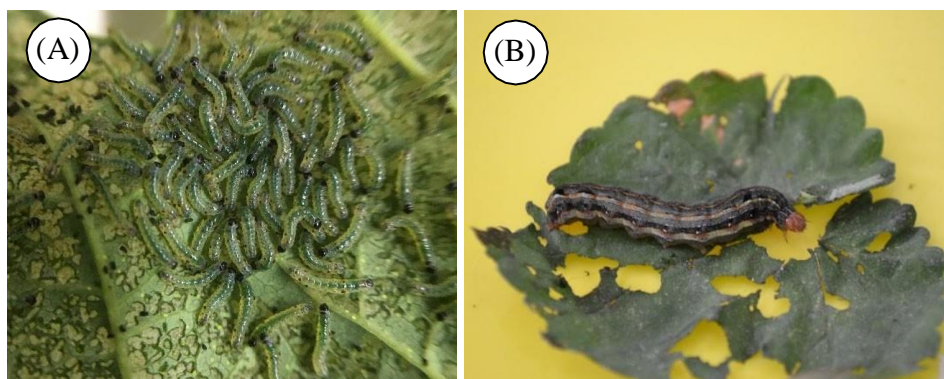


Figura 8. (A) Lagartas de segundo instar de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) na face abaxial da folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Nugget; (B) Lagarta de *Spodoptera eridania* no 6º instar (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

As 42 pupas que não foram acondicionadas na gaiola de madeira (estavam individualizadas e condicionadas em potes de 50 mL, vedados com tampa de rosca) tiveram ao redor de 95% de viabilidade, ou seja, 40 adultos emergiram (em 11 e 12/11/2019, com a maioria emergindo no segundo dia) e 2 pupas estavam mortas. Os adultos apresentaram três tipos de padrão de manchas nas asas anteriores: morfotipo 1 com presença de uma mancha preta em forma de faixa na ponta das asas (Figura 9), morfotipo 2 com presença de uma mancha preta em forma circular na ponta das asas (Figura 10), e no morfotipo 3, as manchas não tinham um padrão definido (Figura 11). Foram 25 adultos do morfotipo 1 (24 normais e um com asa defeituosa), oito com mancha circular preta e sete sem padrão definido, esses 15 foram todos normais.



Figura 9. Adulto de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): morfotipo 1.



Figura 10. Adulto de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): morfotipo 2.



Figura 11. Adulto de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): morfotipo 3.

Na gaiola (n = 42 pupas), houve a emergência de 16 adultos no mesmo período, sendo 13 normais (sem defeito aparente) e três com asas defeituosas, e 26 pupas estavam mortas. Verificou-se que os adultos que emergiram dentro da gaiola também apresentaram os padrões de manchas nas asas anteriores observados naqueles mantidos fora da gaiola. Os adultos defeituosos (n = 3) foram todos do morfotipo 1 e os demais (n = 13) foram cinco desse morfotipo e oito do morfotipo 2. Não houve emergência do terceiro tipo.

No total, 28 indivíduos morreram na fase de pupas e 56 atingiram a fase adulta, sendo 92,9% adultos normais (55,8%, 30,8% e 13,5% do morfotipo 1, 2 e 3, respectivamente) e 7,1% malformados (todos do morfotipo 1) (Tabela 1). O período de pupa variou, portanto, entre 8 a 9 dias.

A primeira postura sobre o papel dentro da gaiola foi observada em 15/11/2019, o que corresponde a um período de 3 a 4 dias após a emergência dos adultos. A postura tinha um total de 240 ovos depositados em grupo (massa de ovos), cobertos por escamas. Todavia, apenas 24 lagartas eclodiram em 21/11/2019, ou seja, 8,8% de viabilidade dos ovos (Figura 12A).

Tabela 1. Número de adultos de *Spodoptera eridania* provenientes de lagartas que se alimentaram de folhas de duas variedades de lúpulo (*Humulus lupulus*) em Nova Friburgo, RJ.

Variedade	morfotipo 1			morfotipo 2			morfotipo 3			Total	
	AN ¹	AD ¹	AT ¹	AN ¹	AD ¹	AT ¹	AN ¹	AD ¹	AT ¹	AN ¹	AD ¹
Nugget	29	4	33	16	0	16	7	0	7	52	4
Hallertau	6	1	7	5	0	5	2	1	3	13	2

¹AN = adulto normal (sem defeitos aparentes), AD = adulto defeituoso (asas malformadas), AT = número total de adultos.

Mais uma postura foi observada em 17/11/2019 (Figura 12B), com as mesmas características da anterior, mas com maior número de ovos por massa, os quais apresentaram 100% de viabilidade, eclodindo 288 lagartas em 20/11/2019. No dia seguinte dessa segunda postura, todos os adultos estavam mortos, correspondendo a uma longevidade de 5 a 6 dias. Essas lagartas não foram criadas devido à carência de folhas de lúpulo para alimentá-las, e assim foram descartadas.

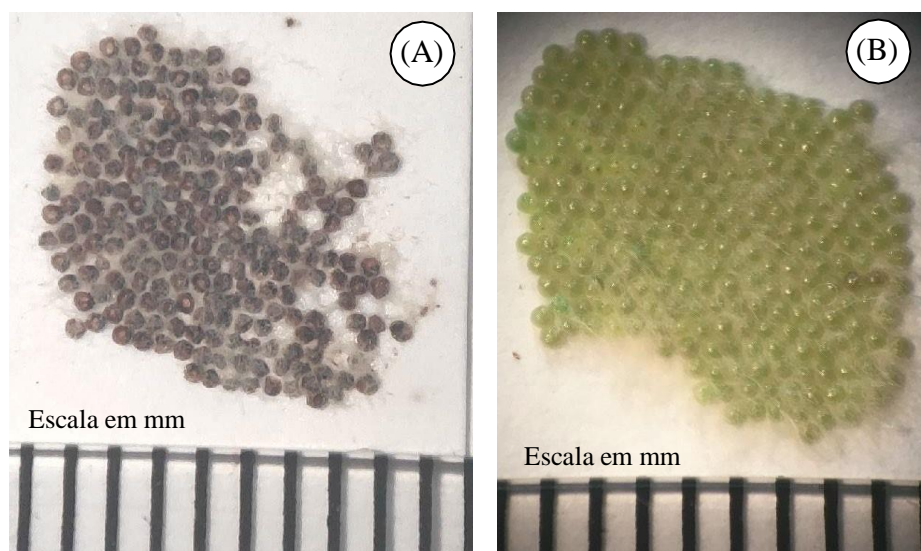


Figura 12. Massa de ovos de *Spodoptera eridania*, coberta por escamas: (A) Ovos enegrecidos da primeira postura dos quais não houve eclosão de lagartas (foto tomada em 21/11/2019), (B) ovos recém-depositadas da segunda postura (em 17/11/2019), que tiveram 100% de viabilidade (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Das lagartas coletadas na Hallertau, em 20/11/2019, 28 lagartas *S. eridania* conseguiram escapar da predação pelo crisopídeo e empuparam, sendo que 13 morreram na fase de pupa e 15 adultos emergiram. Houve emergência dos três morfotipos (Tabela 1), sendo 86,6% normais (46,7%, 33,3% e 20,0% do morfotipo 1, 2 e 3, respectivamente) e 13,4% com asas malformadas.

No início de seu desenvolvimento as lagartas de *S. eridania* raspam o limbo foliar, consumindo o parênquima foliar, deixando a epiderme intacta (Figura 8A, Figuras 13 e 14), tanto em Nugget como em Hallertau. À medida que elas se desenvolveram, o limbo foliar vai sendo consumido, podendo consumir inclusive as nervuras (Figura 8B, Figura 15). Plantas com desfolha total não foram observadas.



Figura 13. Desfolha parcial de uma planta de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Nugget, causada por lagartas de *Spodoptera eridania* em Nova Friburgo, RJ. (A), (B) e (C) Diferentes níveis de desfolhamento (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

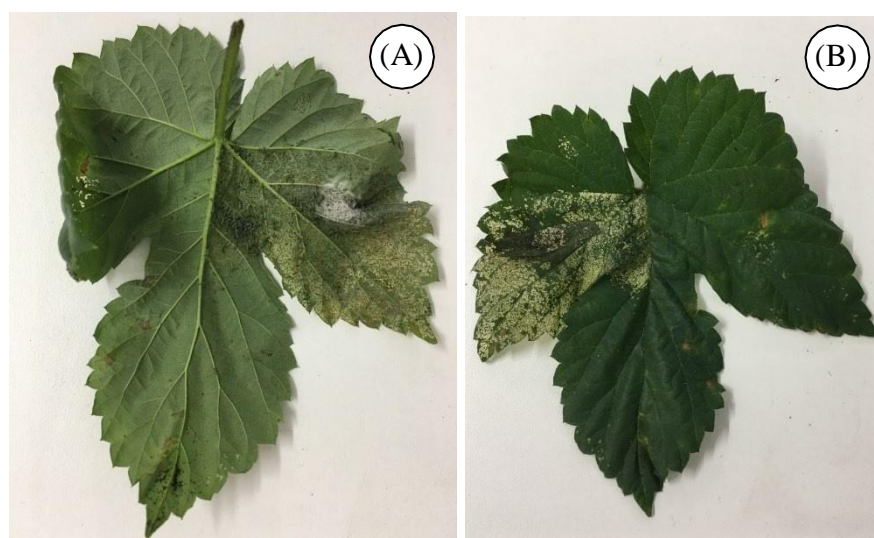


Figura 14. Folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Nugget coletada em Nova Friburgo, RJ em 17/10/2019 com parte do parênquima do limbo foliar consumido pelas lagartas de 1º instar *Spodoptera eridania*, que deixaram a epiderme da folha intacta. (A) Face abaxial e (B) Face adaxial (Foto: Elen de L. Aguiar Menezes).

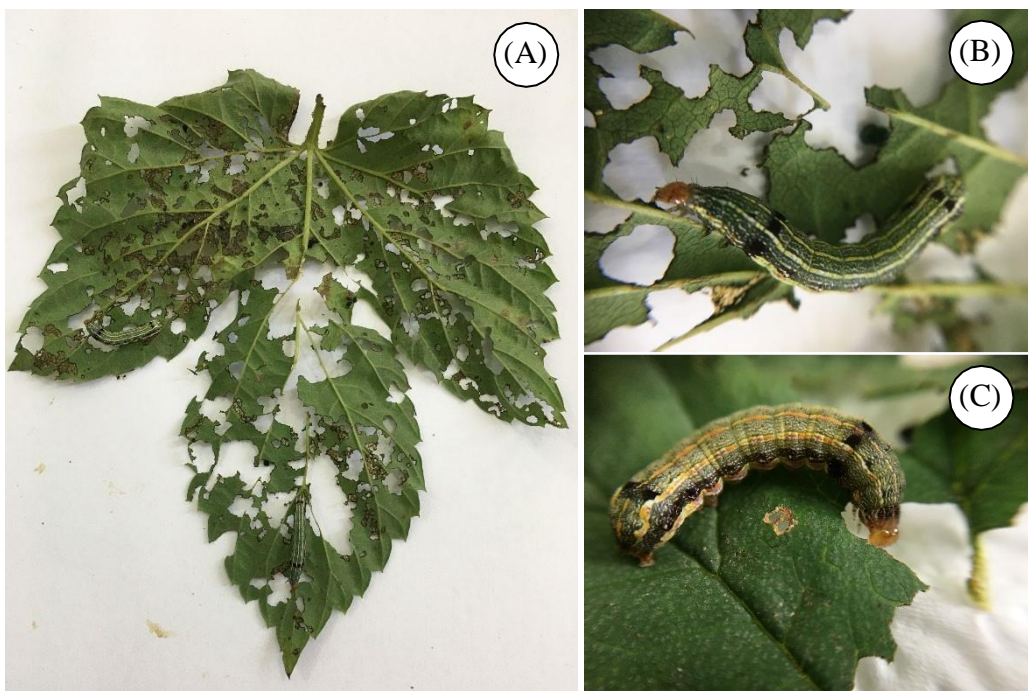


Figura 15. (A) Folha de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Nugget coletada em Nova Friburgo, RJ em 17/10/2019 com limbo foliar e algumas nervuras consumidos pelas lagartas de *Spodoptera eridania*. (B) Lagarta de 4º instar e (C) Lagarta do 5º instar (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Spodoptera eridania é uma espécie nativa na América Central, incluindo o Caribe, e na América do Sul, incluindo o Brasil, onde pode causar prejuízos econômicos em culturas de importância agrícola, como soja e algodão (SOSA-GÓMEZ et al., 1993; POGUE, 2002; SANTOS et al., 2005; ROBINSON et al., 2010; SOUZA et al., 2014; CAPINERA, 2018). A ocorrência dessa espécie também foi registrada na América do Norte, particularmente nos estados do sudeste, estendendo-se do Kansas até o Novo México, bem como na Califórnia (CAPINERA, 2018). Essa espécie foi identificada como praga invasora na África atacando plantios de amaranto, mandioca, milho e tomate (GOERGEN, 2018).

As lagartas de *S. eridania* são desfolhadoras e possui hábito alimentar polígrafo, com registro de 200 espécies de plantas hospedeiras distribuídas em 58 famílias, principalmente Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae, Poaceae, Amaranthaceae e Malvaceae, mas não inclui Cannabaceae (MONTEZANO et al., 2014; CAPINERA, 2018; FERREIRA et al., 2019). O presente estudo registra pela primeira vez *Humulus lupulus* como planta hospedeira de lagartas dessa espécie, portanto, incluindo a Cannabaceae na lista de hospedeiro no Brasil.

A larva do crisopídeo (Figura 16) transformou-se em pupa (Figura 16) depois de 11 dias da sua coleta (em 20/11/2019) na folha de Hallertau infestada por lagartas recém-eclodidas de *S. eridania*, ou seja, a pupação ocorreu em 01/12/2019. Foi possível confirmar a predação das lagartas pela larva desse crisopídeo (Figura 17) no laboratório, através das observações diárias. O adulto (Figura 16) emergiu em 14/12/2019, portanto, resultando em um período de pupa de 13 dias. O crisopídeo foi identificado pertencer a *Ceraeochrysa cornuta* (Navás, 1925) (Neuroptera: Chrysopidae, Chrysopini).

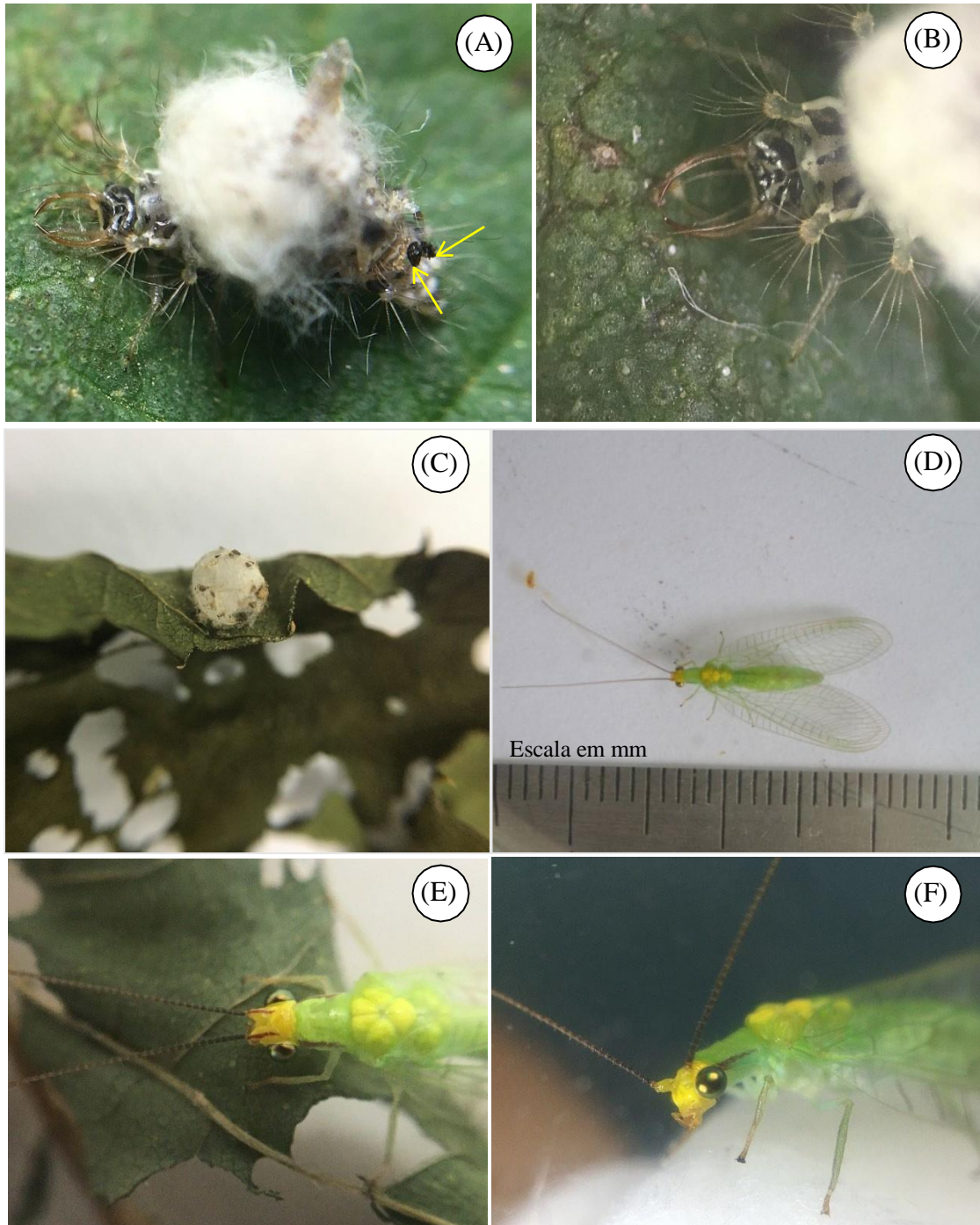


Figura 16. *Ceraeochrysa cornuta* (Neuroptera: Chrysopidae, Chrysopini): (A) larva carregando seu “lixo”, incluindo cápsula cefálica das lagartas (seta amarela), (B) Detalhe da cabeça da larva, (C) pupa, (D) adulto em vista dorsal, (E) vista dorsal da cabeça e tórax, (F) vista lateral da cabeça (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Ceraeochrysa cornuta é uma espécie com distribuição na América Central e América do Sul, incluindo o Brasil, com registro no estado do Rio de Janeiro (VIANA & ALBUQUERQUE, 2009). Nenhum registro desse crisopídeo como predador de lagarta de *S. eridania* foi encontrado na literatura.

Ovos e larvas neonatas de Lepidoptera, como os da família Pieridae, Pyralidae, Noctuidae e Tortricidae, estão entre as presas de crisopídeos, incluindo os do gênero

Ceraeochrysa Adams, cujas larvas são carregadoras de detritos ou restos de suas presas, por isso, conhecidas como bicho lixeiro, sendo comumente encontradas nos agroecossistemas das regiões neotropicais (PRINCIPI & CANARD, 1984; FREITAS & PENNY, 2001; FREITAS, 2002; FREITAS et al., 2009; VIANA & ALBUQUERQUE, 2009; SOSA & FREITAS, 2010; TAUBER et al., 2014). No Peru, *Chrysoperla externa* Hagen e *Plesiochrysa paesleri* Navas (Neuroptera: Chrysopidae) são citados como predadores de *S. eridania* (HUIZA & LOAYZA, 1993; SOUZA et al., 2014).

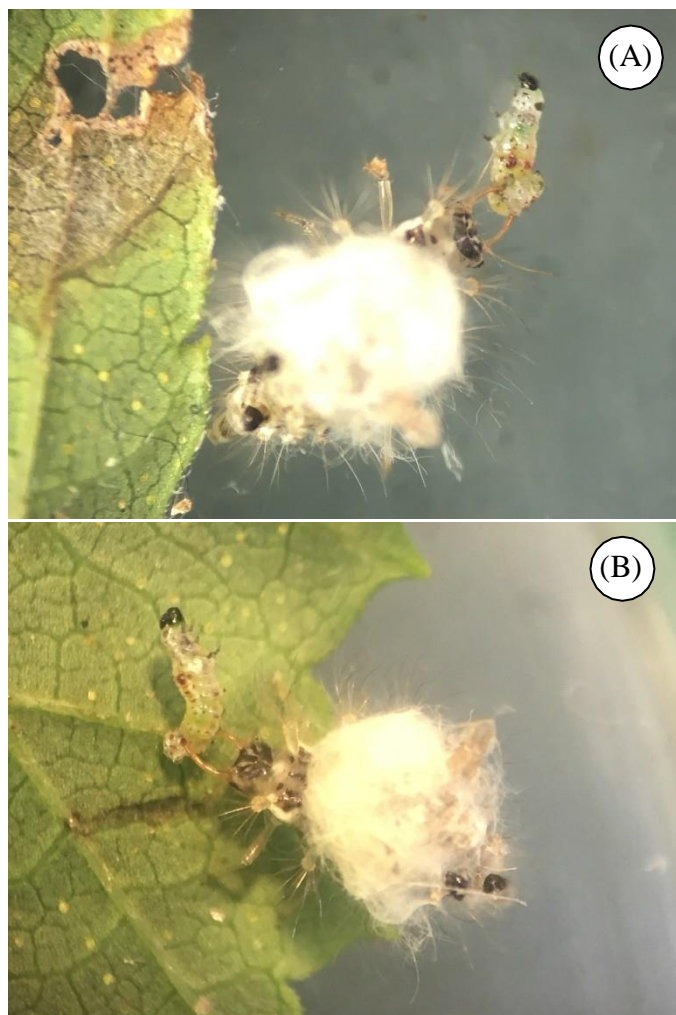


Figura 17. Larva de *Ceraeochrysa cornuta* predando lagarta de *Spodoptera eridania* fora da folha (A) e sobre a folha (B) de lúpulo (*Humulus lupulus*) da variedade Hallertau. Fotos tomadas sob microscópio estereoscópico com aumento de 40x (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Outra espécie de lepidóptero identificada foi a *Spodoptera dolichos* (Fabricius, 1794) (Figura 18), cujos adultos foram obtidos da criação das duas lagartas coletadas em Nova Friburgo (em 17/10/2019) alimentando-se de folha da variedade Hallertau e da lagarta coletada em Cachoeiras de Macacu (em 21/11/2019), onde estava se alimentando de folha da variedade Cascade. As lagartas procedentes de Nova Friburgo empuparam 22 dias após sua coleta (em 08/10/2019) e, depois de 12 dias (em 20/11/2019), os adultos emergiram. A lagarta procedente do outro município levou 16 dias para transforma-se em pupa (em 7/12/2019), cujo período de duração foi de 10 dias (em 17/12/2019) e o adulto emergiu, então, em 17/12/2019.



Figura 18. *Spodoptera dolichos* (Lepidoptera: Noctuidae): (A) lagarta, (B) adulto em vista lateral, (C) adulto em vista dorsal com asas estendidas, (D) adulto em vista dorsal com asas em repouso sobre o corpo (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Spodoptera dolichos apresenta distribuição desde América do Norte à América do Sul, sendo considerada uma praga em diferentes culturas agrícolas (POGUE, 2002; ROBINSON et al., 2010; MONTEZANO et al., 2016). O principal dano causada por suas lagartas é a desfolha das plantas, sendo que apresentam hábito alimentar polífago, igualmente a outras espécies desse gênero, como *Spodoptera albula* (Walker), *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) e *S. eridania*, as quais, foram ditas reportadas alimentarem-se de maior número de espécies de Fabaceae, Poaceae e Asteraceae, enquanto *Spodoptera dolichos* foi mais relacionada à Solanaceae (CASMUZ et al., 2010; MONTEZANO et al., 2013; MONTEZANO et al., 2014; MONTEZANO et al., 2016). A lista de plantas hospedeira das lagartas de *S. dolichos* no Brasil é composta por 97 espécies distribuídas em 33 famílias, exceto Cannabaceae (MONTEZANO et al., 2016). O presente estudo trata-se, portanto, do primeiro registro dessa família, particularmente *H. lupulus*, como planta hospedeira de lagartas de *S. dolichos*.

Quanto às três lagartas coletadas em 29/11/2019, em Seropédica, alimentando-se de folha da variedade Nugget, elas deram origem à adultos identificados como *Elaphria agrotina* (Guenée, 1852) (Figura 19). O período de larva foi de 19 dias e o de pupa variou de 8 a 9 dias. Um adulto emergiu em 27/12/2019 e dois adultos emergiram no dia seguinte (em 28/12/2019). Esse lepidóptero tem ocorrência registrada no Brasil, onde tem causado danos na cultura do milho (*Zea mays*, Poaceae) (ROBINSON et al., 2010; SPECHT et

al., 2014). Espécies de Fabaceae (*Phaseolus vulgaris* no Brasil), Malvaceae (*Gossypium barbadense* em Barbados e *Gossypium herbaceum* no Brasil) e Poaceae (*Saccharum officinarum* na Guiana) são listadas como plantas hospedeiras desse noctuídeo (ROBINSON et al., 2010). Portanto, esse estudo relata também pela primeira vez *H. lupulus*, como planta hospedeira de lagartas de *E. agrotina*.

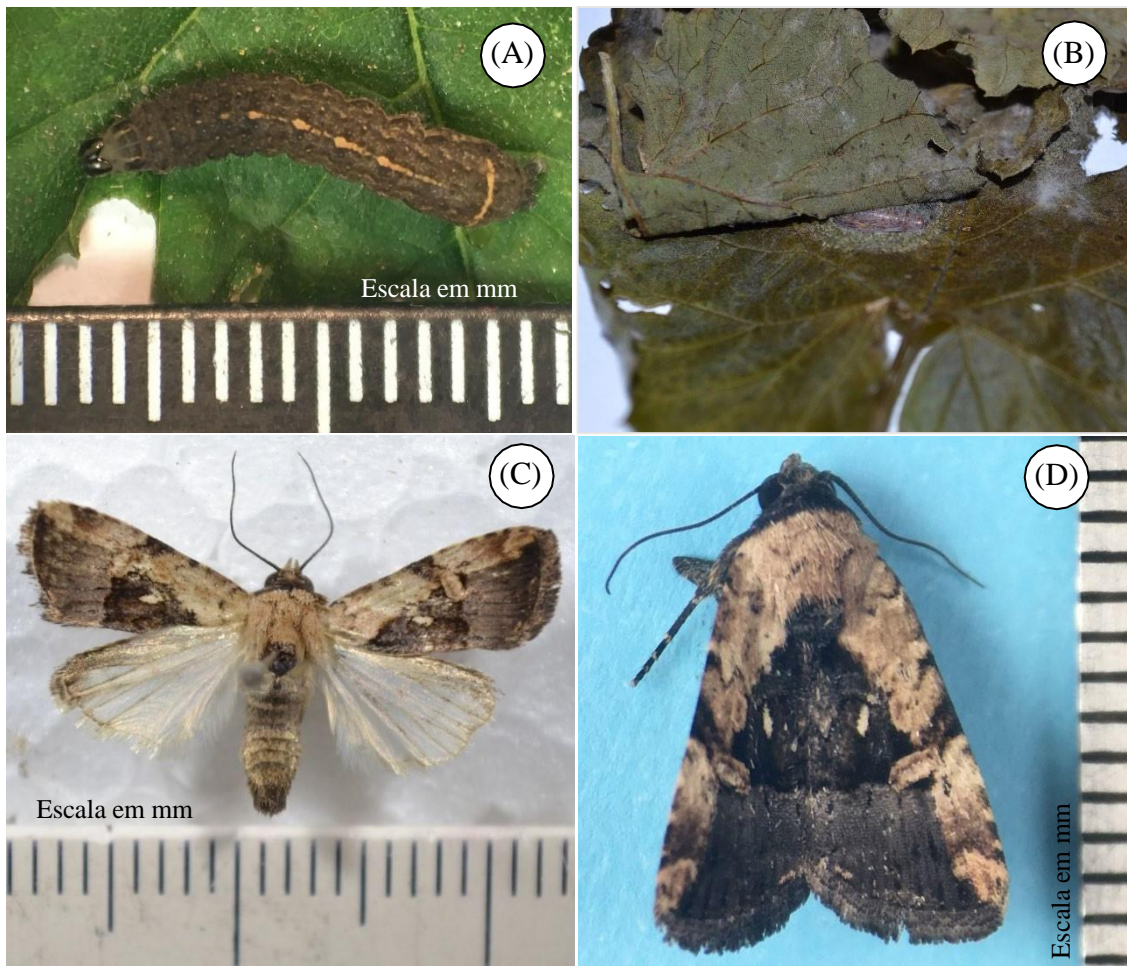


Figura 19. *Elaphria agrotina* (Lepidoptera: Noctuidae): (A) lagarta, (B) pupa, (C) adulto em vista dorsal com asas estendidas, (D) adulto em vista dorsal com asas em repouso sobre o corpo (Fotos: Elen de L. Aguiar Menezes).

Humulus lupulus está registrado como planta hospedeira de 22 espécies de Noctuidae: *Abrostola trigemina* Werneburg, *Acronicta rumicis* (L.), *Amathes c-nigrum* Eitschberger, *Diachrysia balluca* Geyer, *Eudryas grata* Fabricius, *Euxoa ochragaster* (Guenée), *Gortyna flavago* (Denis & Schifferrmüller), *Hydraecia immanis* Guenée, *Hydraecia micacea* (Esper), *Hypena humuli* Harris, *Hypena rostralis* (L.), *Mamestra configurata* (Walker), *Melanchra picta* Harris, *Naenia typica* (L.), *Orthosia gothica* (L.), *Orthosia incerta* (Hufnagel), *Orthosia munda* (Denis & Schifferrmüller), *Papaipema circumlucens* (Smith), *Papaipema rutila* (Guenée), *Peridroma saucia* (Hübner), *Phlogophora meticulosa* (L.) e *Xylena exsoleta* (L.) (ROBINSON et al., 2010; O'NEAL et al., 2015; LIZOTTE, 2019). O presente estudo acrescenta mais três espécies a essa lista, totalizando 25 espécies dessa família de Lepidoptera.

Entretanto, outras pesquisas são necessárias para assegurar o potencial das três espécies de noctuídeos como praga de lúpulo, como estudos sobre os efeitos do consumo

dessa planta, incluindo diferentes variedades, no desenvolvimento dos imaturos e no potencial reprodutivo dessas três espécies de noctuídeos, bem como investigar o potencial das larvas de *C. cornuta* como agente de controle biológico das lagartas de *S. eridania*.

7.4 Conclusões

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) serve como planta hospedeira de larvas da família Noctuidae (Insecta: Lepidoptera) no Brasil.

A variedade Cascade é planta hospedeira de lagartas de *Spodoptera dolichos* (Fabricius) no município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

A variedade Hallertau de lúpulo é planta hospedeira de lagartas de *Spodoptera dolichos* (Fabricius) e *Spodoptera eridania* (Stoll) no município de Nova Friburgo.

A variedade Nugget de lúpulo é planta hospedeira de lagartas de *Spodoptera eridania* (Stoll) e *Elaphria agrotina* (Guenée) nos municípios de Nova Friburgo e Seropédica, RJ, respectivamente.

Lagartas de *S. eridania* são capazes de se desenvolver e gerar adultos férteis, cujas fêmeas são capazes de depositar ovos viáveis, em condições de laboratório.

Larva de *Ceraeochrysa cornuta* (Navás) (Neuroptera: Chrysopidae) é predadora de lagartas de *S. eridania* em Nova Friburgo.

Este é o primeiro registro de lagartas desfolhadoras de lúpulo no Brasil

7.5 Referências Bibliográficas

ADAMS, P. A.; PENNY, N. D. Neuroptera of the Amazon Basin. Part 11a. Introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica**, v. 15, p. 413-479, 1985.

ALMAGUER, C.; SCHÖNBERGER, C.; GASTL, M.; ARENDT, E. K.; BECKER, T., *Humulus lupulus* – a story that begs to be told, a review. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 4, p. 289-314, 2014. doi: 10.1002/jib.160.

AQUINO, A. M.; TEIXEIRA, A. J.; ASSIS, R. L. **Referencial técnico de atratividade agropecuária – lúpulo**. Nova Friburgo: Embrapa, 2019. 70p. Disponível em: <https://issuu.com/redelupulo/docs/rta_lupulo_documento_final_em_16_ago_2019__1> . Acesso em: 24 abr. 2020.

ARAÚJO, N. Variedade brasileira de lúpulo é descoberta na Serra da Mantiqueira [Edição do dia 29/05/2016]. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/05/variedade-brasileira-de-lupulo-e-descoberta-na-serra-da-mantiqueira.html>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

BEER ART. Portal da Cerveja. Lei cria o Polo Cervejeiro Artesanal da Região de Nova Friburgo [May 15, 2018]. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/news/polo-ERVEJEIRO-ARTESANAL-REGIAO-NOVA-FRIBURGO>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

CAPINERA, J. L. Southern armyworm, *Spodoptera eridania* (Stoll) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Gainesville: University of Florida, IFAS Extension, Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN26300.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

CASMUZ, A.; JUÁREZ, M. L.; SOCÍAS, M. G.; MURÚA, M. G.; PRIETO, S.; MEDINA, S.; WILLINK, E.; GASTAMINZA, G. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 69, n. 3-4, 209-223, 2010.

CHUNGUI, H.; CHANGFU, L. Investigation of hop pests in Gansu and suggestion of their integrated pest management (IPM). **Journal of Gansu Agriculture University**, v. 27, n. 2, p. 167-170.

DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; CASAGRANDE, M. M. Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 626-682.

ENTRE-RIOS JORNAL. Governo do Rio lança linha de crédito para cultivo do lúpulo. Estado do Rio - (cotidiano) - sexta, 19 de abril de 2019. Disponível em: <<https://www.entreriosjournal.com.br/noticia-governo-do-rio-lanca-linha-de-credito-para-cultivo-do-lupulo-71711>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

FAGHERAZZI, M. M.; SANTOS M. F. S.; SANTOS, K. V. T.; RUFATO, L. Análise de custo de implantação de lúpulo na região do planalto sul catarinense. **Revista da 15ª Jornada de Pós-graduação e Pesquisa**, v. 15, n. 15, p. 721-730, 2018.

FAOSTAT. Food and agriculture data: hop. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 12 mai. 2019.

FERREIRA, T. E.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CAMARGO, A. J. A.; TESTON, J. A.; SPECHT, A. First record of *Isia alcumena*, *Spodoptera cosmioidea* and *S. eridania* (Lepidoptera: Noctuoidea) attacking passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 45, n. 5, p. e-047, 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019047>.

FRADE, P. M. R. M. **Avaliação do desenvolvimento *in vitro* de *Humulus lupulus* L. em diferentes fontes de citocinina**. 51p. 2019. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 209-224.

FREITAS, S.; PENNY, N. D. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 52, n. 19, p. 245-395, 2001.

FREITAS, S.; PENNY, N. D.; ADAMS, P. A. A revision of the New World genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 60, n. 16, p. 503-610, 2009.

GOERGEN, G. **New alien invasive pest identified in West and Central Africa! A new pest - southern armyworm, *Spodoptera eridania* (Stoll) - has been discovered in four countries in Africa**. Cotonou, Benin: CGIAR, IITA's Biodiversity Center, 2p. Disponível em: http://bimaf.iita.org/wp-content/uploads/2018/05/SAW_Fact-Sheet.pdf. Acesso em: 21 mai 2019.

HILLER, S.; GALE, G.; ALFRED, H. **Growing Hops - In the Home Garden**. vol 19, 1996. 3p. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/assets.cce.cornell.edu/attachments/35693/Growing_Hops_at_home.pdf?1549036826. Acesso em: 21 mai. 2019.

HUIZA, I. R.; LOAYZA, R. M. Los controladores biológicos de *Spodoptera eridania* (Cramer) em la costa central del Perú. **Revista Peruana de Entomología**, v. 35, p. 121-124, 1993.

LIZOTTE, E. Pest alert: European corn borer in Michigan hop (2019). Disponível em: <https://www.canr.msu.edu/news/pest-alert-european-corn-borer-in-michigan-hop>. Acesso em: 28/03/2020.

MAHAFFEE, W.; PETHYBRIDGE, S.; GENT, D. (eds). **Compendium of hop diseases and pests**. St. Paul: American Phytopathological Society Press, 2009. 93p. Disponível em: <https://issuu.com/scisoc/docs/43764>. Acesso em: 21 mai 2019.

MONTEZANO, D. G.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V., ROQUE-SPECHT, V. F.; FRONZA, E.; BARROS, N. M.; SPECHT, A. Immature Development

of *Spodoptera dolichos* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 45, p. 22-27, 2016.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BORTOLIN, T. M.; FRONZA, E.; PEZZI, P.; LUZ, P. C.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 271-284, 2013.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BARROS, N. M. Immature stages of the armyworm, *Spodoptera eridania*: developmental parameters and host plants. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 238, p. 1-11, 2014.

NASCIMENTO, S. R.; FORTUNA, G. C.; GUERRA, A. B. R. A. P.; SABINO, B. C. C.; HORÁCIO, C. H. R.; CAMPOS, O. P.; MENEZES, G. B.; KOVACS, J. O.; VASCONCELLOS, L. V.; BONFIM, F. P. G. Entomofauna associada ao manejo orgânico e convencional de lúpulo cultivado no oeste paulista. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES E PRODUTORES DE LÚPULO (I ENBRALÚPULO), 1., Jaboticabal, 2019. Anais... Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Câmpus de Botucatu. Disponível em: <<http://lupulo.fca.unesp.br/lupulo/OCS/index.php/SIMLUP/ENBRALUPULO2019/paper/viewFile/56/29>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

O'NEAL, S. D., WALSH, D. B.; GENT, D. H. **Field guide for integrated pest management in hops**. Pullman: U.S. Hop Industry Plant Protection Committee, 2015. 3.ed. 112p.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, v. 43, p. 1-202, 2002.

PRINCIPI, M. M.; CANARD, M. Feeding habits. In: CANARD, M., SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (eds). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 76-92.

ROBINSON, G. S.; ACKERY, P. R.; KITCHING, I. J.; BECCALONI, G. W.; HERNÁNDEZ, L. M. HOSTS - A database of the world's lepidopteran hostplants. London: Natural History Museum, 2010. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/hosts>. Acesso em: 09 fev. 2020.

SANTOS, K. B.; NEVES, P. J.; MENEGUIM, A. M. 2005. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 903-910, 2005.

SOSA, F.; FREITAS, S. New Neotropical species of *Ceraeochrysa* Adams (Neuroptera: Chrysopidae). **Zootaxa**, v. 2562, p. 57-65, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; CORRÊA-FERREIRA, B.; MOSCARDI, F. Pragas da soja e seu controle. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (eds.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos. p. 299-331, 1993.

SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; SILVA, A. G.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Aspectos bionômicos de *Spodoptera eridania* (Cramer): uma praga em expansão na cultura da soja na região do cerrado brasileiro. **EntomoBrasilis**, v. 7, n. 2, p. 75-80, 2014.

SPECHT, A.; SORIA, M. F.; MABA, T. S.; BELUFI, L. M.; GODOI, B. W.; PEREIRA, M. J.; PAULA-MORAES, S. V. First report of *Elaphria agrotina* and *Elaphria deltoides* (Lepidoptera: Noctuidae: Elaphriini) feeding on maize. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 4, p.1458-1461, 2014.

SPÓSITO, M. B.; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ/Divisão de Biblioteca, 2019. 81 p. (Série Produtor Rural, 68). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334672293_A_Cultura_do_Lupulo>. Acesso em: 09 fev. 2020.

TAUBER, C. A.; FLINT, O. S., JR. Resolution of some taxonomic and nomenclatural issues in a recent revision of *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Zootaxa**, v. 2565, p. 55-67, 2010. [Errata: 2572:68].

TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J.; ALBUQUERQUE, G. S. Debris-carrying in larval Chrysopidae: unraveling its evolutionary history. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, n. 2, p. 295-314, 2014.

TEIXEIRA, A. J.; SILVA, M. L. P. **Desenvolvimento e adaptabilidade da cultura do lúpulo na região serrana fluminense – perspectivas & entraves**. Niterói: Emater-Rio, 2019. 16 p. Disponível em: <https://issuu.com/redelupulo/docs/nota_tecnica_lupulo_emater_rio>. Acesso em: 24 abr. 2020.

VIANA, G. G.; ALBUQUERQUE, G. S. Polimorfismo no padrão de manchas tegumentares de larvas e adultos de *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae) e redescrição dos instares larvais. **Zoologia**, v. 26, n. 1, p. 166-174, 2009.

ZHENG, H.; WU, Y.; DING, J.; BINION, D.; FU, W.; REARDON, R. **Invasive plants of Asian origin established in the United States and their natural enemies**. Morgantown: USDA Forest Service. 2.ed., 2006. 160 p. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/IPAOv1ed2.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2019.

CONCLUSÕES GERAIS

1) Os artrópodes associados ao lúpulo (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) plantados nos municípios de Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica são todos pertencentes a espécies com registro prévio de ocorrência no Brasil.

2) O lúpulo é planta hospedeira das seguintes espécies de artrópodes:

- *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae), que é a espécie de artrópode fitófago mais comum nos plantios comerciais de lúpulo nos municípios de Cordeiro e Nova Friburgo, RJ, infestando as folhas das variedades Brazylinsk, Cascade, Hallertau, Saaz e Victoria, com níveis médios de infestação inferior a 2 (5 a 10 indivíduos por folha) no período de 03/10/2019 a 21/01/2020.

- Tripes-das-flores, *Frankliniella gemina* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae) é outra espécie de artrópode fitófago que ocorre em número reduzido nos plantios comerciais de lúpulo nos municípios de Cordeiro e Nova Friburgo, RJ.

- *Aetalion reticulatum* (Linnaeus, 1767) (Hemiptera: Aetalionidae), cujas agregações estão associadas com *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae), na variedade Cascade, em Cordeiro, RJ.

- *Aleurodicus pulvinatus* (Maskell, 1895), *Aleurothrixus trachoides* (Back, 1912), *Aleurotrachelus* sp.1, *Aleurotulus mundururu* Bondar, 1923, *Aleurotulus* sp.1, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), *Bemisia tuberculata* Bondar, 1923, *Bemisia* sp.1, *Bemisia* sp.2, *Bemisia* sp.3, *Nealeurodicus moreirai* (Costa Lima, 1928), *Parabemisia myricae* (Kuwana, 1927), *Tetraleurodes* sp.1, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) e *Trialeurodes* sp.1 (Hemiptera: Aleyrodidae), as quais estão associadas a nove variedades de lúpulo (Brazylinsk, Cascade, Chinook, Columbus, Hallertau, Nugget, Saaz, Spalt e Victoria) distribuídas entre Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica, RJ.

- *Elaphria agrotina* (Guenée, 1852), *Spodoptera dolichos* (Fabricius, 1794) e *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae, Noctuinae), cujas lagartas conseguem se desenvolver alimentando-se de folhas de lúpulo em Cachoeiras de Macacu, Nova Friburgo e Seropédica, RJ.

3) Os insetos predadores do *Tetranychus urticae* nos municípios de Cordeiro e Nova Friburgo, RJ, são os tripes do gênero *Scolothrips* Hinds [*S. sexmaculatus* (Pergande) e *S. pallidus* (Beach) (Thysanoptera: Thripidae)] e joaninhas do gênero *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae, Stethorini), enquanto lagartas de *S. eridania* são predadas por larva de *Ceraeochrysa cornuta* (Navás) (Neuroptera: Chrysopidae, Chrysopini) em Nova Friburgo.

4) *Tetranychus urticae* e *Trialeurodes vaporariorum* são as únicas espécies fitófagas de ocorrência comum em outros países associadas ao lúpulo.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

PATRICIA SANTOS DE CASTRO FERNANDEZ

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/08/2020.

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

Elen de Lima Aguiar Menezes
Dr.^a. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
(Orientador, Presidente da banca)

André Luis Santos Resende
Dr. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Walter José Rodrigues Matrangolo
Dr. Embrapa Milho e Sorgo



Emitido em 31/08/2020

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 13739/2020 - PPGA0 (12.28.01.00.00.36)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 07/01/2021 11:39)

ANDRE LUIS SANTOS RESENDE

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DeptEF (12.28.01.00.00.49)

Matrícula: 2141321

(Assinado digitalmente em 07/01/2021 09:45)

ELEN DE LIMA AGUIAR MENEZES

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DeptEF (12.28.01.00.00.49)

Matrícula: 2223814

(Assinado digitalmente em 07/01/2021 10:21)

WALTER JOSÉ RODRIGUES MATRANGOLO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 545.979.356-49

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrj.br/documentos/> informando seu número: **13739**, ano: **2020**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **07/01/2021** e o código de verificação: **b737a96633**