**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Psilídeos (Hemiptera: Psylloidea) associados a olerícolas e estudo das
interações com suas plantas hospedeiras**

Taciana Melissa de Azevedo Kuhn

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2018**

Taciana Melissa de Azevedo Kuhn
Engenheira Agrônoma

**Psílídeos (Hemiptera: Psylloidea) associados a olerícolas e estudo das interações
com suas plantas hospedeiras**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **JOÃO ROBERTO SPOTTI LOPES**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Kuhn, Taciana Melissa de Azevedo

Psílídeos (Hemiptera: Psylloidea) associados a olerícolas e estudo das interações com suas plantas hospedeiras / Taciana Melissa de Azevedo Kuhn - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011.

- - Piracicaba, 2018.

110 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' 2. Potenciais vetores 3. Preferência hospedeira 4. Comportamento alimentar I. Título

Aos meus pais, Terezinha e Sergio, e irmã, Sandra, por todo exemplo e apoio durante toda a trajetória até aqui. Obrigada por sempre estarem ao meu lado para dizer “Vai dar tudo certo”!

A todos os produtores agrícolas, por dedicarem suas vidas para tornarem as nossas melhores, todo este trabalho é para vocês!

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda a proteção e por cada dia de minha vida.

Aos meus pais e minha irmã por serem meus exemplos de honra e de amor, minha fortaleza e meu refúgio. Se tem algo que preciso agradecer nesta vida é ter vocês ao meu lado.

Ao meu orientador Professor João Roberto Spotti Lopes, por toda orientação acadêmica, mas acima de tudo pelo exemplo de profissional e pessoal de caráter. Como já dizia Carl Sagan: “Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta e uma época com você.”

Ao amigo e colega de profissão Natalino Shimoyama, por todo o apoio na condução das coletas iniciais de insetos, sem as quais nada teria sido realizado. Obrigada também pelos conselhos, dedicação e alegria passada diariamente.

Ao Dr. Daniel Burckhardt e Dra. Dalva Luiz de Queiroz, por terem abraçado a idéia do projeto e orientação na parte de coleta e identificação dos insetos deste trabalho.

Ao Dr. Alberto Fereres, pesquisador do Instituto de Ciencias Agrarias (ICA), Madrid, Espanha, pela orientação em parte do trabalho e boa recepção durante o período que estive em seu laboratório em Madrid.

À Elisa Garzo e Aranzazu Moreno (ICA), Madrid Espanha pela ajuda durante o desenvolvimento de parte do meu trabalho no exterior.

Ao professor Dr. Idemauro A. R. de Lara e Rafael A. Moral, Departamento de Ciências Exatas ESALQ/USP, pela parceria na análise estatística dos dados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas concedidas, tanto a nacional quanto a de aperfeiçoamento do exterior.

À Associação Brasileira da Batata (ABBA), pelo apoio financeiro e logístico das coletas de campo, bem como a seus associados que permitiram que entrássemos em suas propriedades e que nos deram todo o apoio necessário. Este trabalho também é de vocês!

Aos professores do Departamento de Entomologia e Acarologia por todo o conhecimento passado durante as aulas e/ou mesmo durante as conversas entomológicas de corredor. Um agradecimento especial ao professor Fernando Cônsoli por toda a ajuda com o doutorado sanduíche.

A quem me treinou durante o caminho até aqui, professores Lino Bittencourt Monteiro, Átila Francisco Mógor, Maria Aparecida Cassilha Zawadneak e Marcos Botton. Com certeza levo um pouco de cada um de vocês comigo em cada passo.

Aos funcionários Francisco Prata (Chico), Horozino Santos (Dino), Carlos Castilho (Carlinhos), João Cerignoni, Willian Camargo, Neide Zério, Andréa Sintoni, Marta Colletti e Regina Moraes por no desempenho de suas funções, fazê-lo com tanta dedicação e auxiliar nas atividades diárias.

Aos amigos Karen Komada, Mariana Bossi e Arthur Tomaseto, pelo convívio e por tantas boas lembranças. Foram anos de alegria, desespero, trabalho e mais um monte de coisas que vocês fizeram melhor. A Nathalie Maluta e Gabriela Teresani por toda ajuda durante o doutorado.

Às estagiárias Juliana Verissimo, Isabella Mayra, Letícia Rossi e Julia Lopes por toda amizade e ajuda diária, mas principalmente a Kananda Almeida e Tatiana Borbón por terem feito parte do processo de aquisição dos dados, sem vocês não teria conseguido.

Aos amigos que fiz durante esse período, Ricardo Sesso, Tiago Sales, Alexandre Diniz, Fernanda Polastre, Bianca Carbogim, Renan Venancio, Cristina Jensen, Petra Ferronato, Patricia Soares, Mariana Leite, Mariana Durigan, Fernando Sujimoto, Geovanny Barroso, Mayara Araújo, Murilo Litholdo, Elias Figueiredo, Inana Schutze, Fabio Dossi, Gislaine Romano, Eduardo Doniani, Gabriel Madoglio, Cintia Crespam, Taty Mituti, Talita Silva, Felipe Franco, Vanessa Takeshita, Railiane Silva, Eloá Moura, Glêvia Lima e aqueles que já vem comigo de outras jornadas, Letícia de Pierri, Vitor Cesar Pacheco e Emily Araujo obrigada por cada momento e cada sorriso que demos juntos!

Às irmãs de casa, Dayana Souza, Marcela Barbosa e Glaucia Santos por fazerem minha vida mais feliz. Uma casa com boa energia faz toda a diferença.

Aos amigos que fiz na Espanha Andrés Antolinez, Irene Onties, Paula Daiana, Yuri Veneziani, Inés Sempervirens, Sandra Vicente, Pablo Gutiérrez, Ane Galán, Maria Martin e Marina Díaz obrigada por toda ajuda, toda risada e por tamanha paciência!

A todos os meus amigos que mesmo sem entender o que faço, me apoiam e me fazem feliz para continuar meu trabalho.

A todos que contribuíram para que este trabalho fosse desenvolvido e para que minha mente se mantivesse bem durante todo esse período. A jornada é difícil, mas mais do que um resultado final, o que faz toda a diferença é o caminho, e durante ele, apoio de todas as formas e amigos são fundamentais.

Ojalá con esta tesis fuera posible describir toda la historia del camino hasta aquí. Pero la vida sólo puede ser vivida y las palabras no la pueden traducir.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	11
REFERÊNCIAS.....	18
2. LEVANTAMENTO DE PSILÍDEOS (HEMIPTERA: PSYLLOIDEA) POTENCIAIS VETORES DE ‘CANDIDATUS LIBERIBACTER’ EM OLERÍCOLAS NO BRASIL .	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT	29
2.1. INTRODUÇÃO	30
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.3. RESULTADOS	33
2.4. DISCUSSÃO	40
2.5. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS.....	44
APÊNDICE	49
3. PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA DE <i>RUSSELLIANA SOLANICOLA</i> TUTHILL E <i>RUSSELLIANA CAPSICI</i> BURCKHARDT (HEMIPTERA: PSYLLIDAE).....	57
RESUMO.....	57
ABSTRACT	57
3.1. INTRODUÇÃO	58
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3.3. RESULTADOS	66
3.4. DISCUSSÃO	74
3.5. CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS.....	78
4. COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE ADULTOS E IMATUROS DE <i>RUSSELLIANA SOLANICOLA</i> TUTHILL (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) EM DIFERENTES ESPÉCIES VEGETAIS.....	83
RESUMO.....	83
ABSTRACT	83
4.1. INTRODUÇÃO	84
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	86
4.3. RESULTADOS	90
4.4. DISCUSSÃO	103
4.5. CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE	109

RESUMO

Psilídeos (Hemiptera: Psylloidea) associados a olerícolas e estudo das interações com suas plantas hospedeiras

Os psilídeos (Hemiptera: Psylloidea) são insetos sugadores de floema que se destacam como vetores de bactérias associadas a doenças emergentes em várias culturas agrícolas, como ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CaLsol), que afeta batata, cenoura e tomate na América do Norte e Central, Europa, África e Nova Zelândia. Estudos recentes mostram associações de CaLsol com diversas espécies de olerícolas e psilídeos vetores, sugerindo a existência de mais interações do que as atualmente conhecidas. No Brasil, ainda não há registros de CaLsol nem dos psilídeos já conhecidos como vetores. Embora Psylloidea seja um grupo diversificado, apenas 89 espécies encontram-se identificadas no Brasil, sendo a maioria delas em áreas de floresta, havendo poucas informações sobre psilídeos em olerícolas. Assim, os objetivos do presente trabalho foram: 1) Avaliar a diversidade de espécies de Psylloidea associadas a cultivos de olerícolas na região Centro-Sul do Brasil, buscando-se identificar a ocorrência de espécies vetoras ou potenciais vetoras de CaLsol; 2) Avaliar a preferência hospedeira, sobrevivência e desenvolvimento de duas espécies de psilídeos associados a olerícolas, *Russelliana capsici* Burckhardt e *R. solanicola* Tuthill, em diferentes espécies vegetais que poderiam atuar como hospedeiras de CaLsol ou dos vetores; 3) Caracterizar o comportamento alimentar de adultos e imaturos de *R. solanicola* em plantas com diferentes níveis de adequação para o seu desenvolvimento, usando a técnica *Electrical Penetration Graph* (EPG). No levantamento realizado com métodos diretos (rede entomológica, batida de planta e inspeção visual) e indiretos (bandeja amarela com água) em várias localidades de seis estados brasileiros, foram encontrados 2813 exemplares de psilídeos, pertencentes a 7 famílias e 20 gêneros, com maior frequência de *R. solanicola* (95,1%), *R. capsici* (91,6%) e *Isogonoceraia divergipennis* (85,4%) em *Daucus carota*, *Capsicum annuum* (pimenta) e *Solanum tuberosum*, respectivamente. Observaram-se imaturos de *R. capsici* em *C. annuum*, e de *R. solanicola* em *D. carota* e na planta espontânea *Parthenium hysterophorus*. Em ensaios de escolha, houve preferência para pouso e oviposição de *R. solanicola* em *D. carota* e *P. hysterophorus*, e de *R. capsici* em *C. annuum*, *Nicandra physalodes* e *S. americanum*. Observou-se desenvolvimento completo (ovo-adulto) de *R. solanicola* em *D. carota*, *S. tuberosum*, *N. physalodes*, *P. hysterophorus*, e *Bidens pilosa*, enquanto que *R. capsici* mostrou especificidade hospedeira, desenvolvendo-se apenas em *C. annuum* (pimentão e pimenta). O estudo de EPG mostrou que ninfas e adultos de *R. solanicola* atingem o floema tanto em plantas hospedeiras (*D. carota* e *P. hysterophorus*) como em não hospedeiras (*C. annuum* e *S. lycopersicum*), mas com variações significativas em parâmetros de atividade estiletar que permitem diferenciar o comportamento alimentar nas diferentes espécies vegetais. Os estudos demonstram uma íntima associação de *R. solanicola* e *R. capsici* com cultivos de olerícolas e seu potencial como vetores de CaLsol, em caso de introdução deste patógeno no Brasil.

Palavras-chave: ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’; Potenciais vetores; Plantas hospedeiras; Comportamento alimentar

ABSTRACT

Psyllids (Hemiptera: Psylloidea) associated with vegetable crops and study of interactions with their host plants

Psyllids (Hemiptera: Psylloidea) are phloem-feeding insects with increased importance as vectors of phloem-limited bacteria associated with emerging diseases in agricultural crops, e.g. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' (CaLsol), which causes severe losses in potatoes, carrots and tomatoes in North and Central America, Europe, Africa and New Zealand. Recent studies show associations of CaLsol with diverse species of vegetables and psyllid vectors, suggesting that more interactions than those currently known are likely. In Brazil, there are no records of CaLsol and psyllid species already known as vectors. Although Psylloidea is a diversified group, only 73 species were identified in Brazil and most of them on forest trees, with scarce information about psyllids on vegetable crops. Therefore, the objectives of this work were: 1) To survey the diversity of psyllid species vectors associated with vegetable crops in the Central-South region of Brazil, aiming to identify vector or potential vector species of CaLsol; 2) To evaluate host plant preference, survival and egg-adult development of two psyllid species associated with vegetable crops, *Russeliana capsici* and *R. solanicola*, on various plant species that could serve as hosts of the pathogen or vectors; 3) To characterize the feeding behavior of adults and nymphs of *R. solanicola* on plants with variable levels of suitability as developing hosts, by using the *Electrical Penetration Graph* (EPG) technique. In the survey carried out with direct (sweep net, stem-tap, visual inspection) and indirect (yellow pan trap) methods in various localities of six Brazilian states, 2,813 psyllid specimens of 7 families and 20 genera were collected, with higher frequencies of *R. solanicola* (95,1%), *R. capsici* (91,6%) and *Isogonoceraia divergipennis* (85,4%) on *Daucus carota*, *Capsicum annuum* (pepper) and *Solanum tuberosum*, respectively. Immatures of *R. capsici* were observed on *C. annuum*, and those of *R. solanicola* were observed on *D. carota* and on the weed *Parthenium hysterophorus*. Choice tests in the laboratory revealed settling and oviposition preferences of *R. solanicola* on *D. carota* and *P. hysterophorus*, and of *R. capsici* on *C. annuum*, *Nicandra physalodes* and *S. americanum*. Complete egg-adult development was observed for *R. solanicola* on *D. carota*, *S. tuberosum*, *Nicandra physalodes*, *P. hysterophorus* and *Bidens pilosa*, whereas *R. capsici* showed host specificity by developing only on *C. annuum* (green pepper and capsicum). The EPG study showed that *R. solanicola* nymphs and adults reach the phloem both on host (*D. carota* e *P. hysterophorus*) and non-host (*C. annuum* e *S. lycopersicum*) plants, but with significant differences on stylet activity parameters, allowing distinction of the feeding behavior among the different plant species. Overall, the studies indicate a close association of *R. solanicola* and *R. capsici* with vegetable crops, as well as their potential as vectors of CaLsol in case of introduction of this pathogen in Brazil.

Keywords: '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'; Potential vectors; Host plants; Feeding behavior

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO

Os hemípteros da superfamília Psylloidea, vulgarmente conhecidos como psílídeos, possuem alguns milímetros de comprimento, apresentam três ocelos, antenas bem desenvolvidas e rostro longo, sendo os adultos alados e com pernas posteriores próprias para o salto. Já os imaturos apresentam corpo relativamente achatado dorso-ventralmente, e na maioria das espécies há secreção de cera por meio de glândulas abdominais (Costa Lima, 1942). Burckhardt & Ouvrard (2012) publicaram uma classificação revisada sobre Psylloidea, baseando-se em estudos morfológicos e moleculares. A nova classificação consiste em oito famílias: Aphalaridae, Carsidaridae, Calophyidae, Homotomidae, Liviidae, Phacopteronidae, Psyllidae e Triozidae.

Os estudos taxonômicos de Psylloidea foram intensificados nas três últimas décadas o que resultou em um aumento considerável no número de espécies já descritas, que atualmente é superior a 3850 (Li, 2011 apud Burckhardt & Ouvrard, 2012). De todas elas, apenas 89 foram detectadas no Brasil (Burckhardt & Queiroz, 2012; Burckhardt & Queiroz 2013; Burckhardt et al 2013; Burckhardt & Queiroz 2017; Burckhardt et al 2017; Malenovský et al 2015; Serbina & Burckhardt 2017; Machado et al 2017), onde Queiroz e Burckhardt (2012) estimam que o número de espécies existentes seja maior que 1000. Estes mesmos autores apontam diversos desafios para o estudo de psílídeos, como a dificuldade para a estimativa do número de espécies esperadas e o fato de que mais da metade das espécies atualmente conhecidas são insuficientemente descritas e algumas duvidosas. Existe ainda a necessidade de criação de uma coleção representativa, o que é dificultado pela grande extensão territorial brasileira e pelo baixo número de pesquisadores especializados neste grupo. Desta forma, Queiroz e Burckhardt (2012) apontam a necessidade de colaboração internacional, rede de coleta e treinamento taxonômico em Psylloidea como aspectos importantes para se conhecer esse grupo de insetos no país.

Psílídeos são geralmente específicos em relação ao hospedeiro, em particular durante seu desenvolvimento imaturo (Gegechkori, 1968 apud Hodkinson, 1974; Burckhardt & Queiroz, 2012; Ouvrard et al, 2015). Hodkinson (1974) cita dados da análise faunística de psílídeos da Tchecoslováquia, demonstram que poucas espécies tiveram como hospedeiro mais de um gênero de planta e que nenhuma espécie possuía como hospedeiras plantas de mais de uma família botânica. Burckhardt & Queiroz (2014) relatam que o número de plantas hospedeiras em que o ciclo de vida imaturo-adulto destes insetos se completa é normalmente restrito a uma ou algumas espécies de plantas estreitamente relacionadas, o que gera a reputação

de que psílídeos são altamente específicos. Aparentemente a evolução dos psílídeos em nível de espécie tem seguido de perto a evolução das plantas superiores (Percy et al, 2004) e a especificidade da planta hospedeira, se usada com critério, pode auxiliar na previsão de relações filogenéticas de psílídeos e vice e versa (Hodkinson, 1974).

Apesar destas observações, o conhecimento sobre plantas hospedeiras de psílídeos ainda é limitado e distorcido, devido principalmente ao uso indiscriminado do termo “planta hospedeira”, incluindo associações planta-inseto que não se enquadram no pressuposto de que a planta hospedeira necessita dar condições ao completo desenvolvimento (imaturo-adulto) do inseto (Burckhardt & Queiroz, 2014).

É importante ressaltar que exceções a esta regra de alta especificidade podem existir, mas são geralmente para espécies de psílídeos que aumentaram sua gama de plantas hospedeiras como resultado da atividade agrícola do homem. Um exemplo é o psílídeo-da-batata, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae), o qual coloniza várias espécies de solanáceas (Hodkinson, 1974). Desta forma são necessários estudos sobre gama de hospedeiros, principalmente relacionando psílídeos a cultivos agrícolas, uma vez que nessas situações plantas daninhas adjacentes ao local de produção podem ser locais de desenvolvimento dos insetos. É importante ressaltar que essas interações podem gerar alterações no plano de manejo dos psílídeos na área.

Psylloidea têm apresentado grande importância por conter espécies que são pragas de plantas cultivadas, ocasionando diversos danos. A formação de galhas, com diferenças morfológicas ligadas ao inseto causador, constituem um tipo de dano bastante observado neste grupo de insetos (Costa Lima, 1942; Burckhardt, 2005; Singh, 2000; Carneiro, 2011; Castro, 2013). Algumas espécies podem causar outros tipos de danos, principalmente em plantas florestais, como é o caso de *Ctenarytaina spatulata* Taylor (Hemiptera: Psyllidae), espécie originária da Austrália, que foi primeiramente observada em *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) no Brasil em 1994 (Iede et al, 1997), cujos ataques podem resultar em danos nas gemas, folhas deformadas e encarquilhadas, morte da gema apical e consequente perda da dominância apical, com superbrotamento e fragilização do caule, podendo causar quebra do mesmo, entre outros sintomas (Santana et al, 2005). Outro exemplo de espécie muito agressiva é *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae), a qual já foi reportada causando a morte de plantas de diversas espécies do gênero *Eucalyptus* e resultando em sérias perdas de produção na América do Sul (Queiroz et al, 2012).

No Brasil, um problema econômico grave está relacionado a psílídeos do gênero *Triozoida*, que estão entre as principais pragas da goiabeira na região do submédio São

Francisco. Nessa região, a poda da goiabeira é praticada durante todo o ano, o que facilita o ataque dos psíldeos, que preferem brotações. Os psíldeos injetam toxinas durante a alimentação nos brotos, ocasionando o enrolamento dos bordos do limbo foliar, os quais tornam-se deformados, exibindo posteriormente coloração amarelada ou avermelhada e aspecto necrosado, reduzindo a área foliar e consequentemente a produção (Barbosa, 2001).

Além dos danos causados diretamente pela alimentação, psíldeos têm adquirido grande importância econômica como vetores de bactérias fitopatogênicas que habitam o floema de plantas, tais como fitoplasmas ('*Candidatus Phytoplasma*') e liberibactérias ('*Candidatus Liberibacter*'). Espécies de psíldeos do gênero *Cacopsylla* são responsáveis pela transmissão dos fitoplasmas '*Candidatus Phytoplasma mali*', '*Ca. Phytoplasma pyri*' e '*Ca. Phytoplasma prunorum*', que estão associados a doenças de importância econômica em diversas frutas de caroço de clima temperado, tais como maçã, pêra e espécies do gênero *Prunus* (Seemüller & Scheneider, 2004; Camerota et al, 2012). Psíldeos também são vetores importantes na citricultura e olericultura, transmitindo liberibactérias. Nos últimos anos muitos estudos têm sido realizados com espécies de '*Candidatus Liberibacter*' que estão associadas com doenças emergentes e economicamente importantes em Rutaceae, Solanaceae e Apiaceae (Munyanza, 2010a; Haapalainen, 2014; Teresani et al, 2014), ou que infectam plantas sem causar sintomas aparentes nas mesmas, como é o caso de *Liberibacter crescens* (Fagen et al, 2014a.; Fagen et al, 2014b) e de '*Ca. Liberibacter brunswickensis*' (Morris et al, 2017).

'Huanglongbing' (HLB), também conhecida por 'Greening', é uma das doenças mais destrutivas em citros e tem se disseminado no desde o último século em diversas regiões do mundo (Bové, 2006). Aproximadamente 100 milhões de árvores cítricas infectadas já foram destruídas pela doença na Ásia, e mais de 42,6 milhões de árvores foram eliminadas no Brasil até 2015, desde a detecção da doença no país (Gottwald et al, 2007; CDA, 2016). Os sintomas são variados e podem se assemelhar a outras desordens, mas em geral árvores infectadas desenvolvem um ou mais ramos com amarelecimento de folhas, dando um aspecto setorizado aos sintomas. As folhas desenvolvem um padrão de manchas amareladas em que faltam limites claros entre o verde e o amarelo, com padrões assimétricos na parte superior e inferior da folha. Em estágios avançados da doença o ramo sintomático perece. Há uma queda excessiva de frutos em plantas infectadas com HLB, e os mesmos se mostram pequenos, assimétricos e permanecem esverdeados mesmo após o amadurecimento (Gottwald et al, 2007). A doença HLB foi originalmente relatada nos continentes Africano e Asiático (Gottwald, 2010), sendo o continente Americano livre dessa doença até 2004, quando foram detectadas plantas com sintomas em São Paulo, Brasil (Coletta-Filho et al, 2004) e no ano seguinte na Florida, Estados

Unidos (Halbert, 2005). A doença está associada a três espécies, ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ (CaLas), ‘*Ca. Liberibacter africanus*’ (CaLaf) e ‘*Ca. Liberibacter americanus*’ (CaLam), sendo esta última presente apenas no Brasil, onde CaLas também se encontra disseminada (Teixeira et al, 2005).

Atualmente, 15 espécies de psíldeos já foram reportadas se alimentando de plantas do gênero *Citrus*, mas somente *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) e *Trioza erythrae* Del Guercio (Hemiptera: Triozidae) são vetores conhecidos das bactérias associadas ao HLB (Nadarasah & Stavrínides, 2011; Cen et al, 2012). Indivíduos de *D. communis* Mathur (Hemiptera: Liviidae) e *Cacopsylla citrisuga* (Yang & Li) (Hemiptera: Psyllidae) foram observados carregando CaLas, porém, não foram conduzidos ensaios de transmissão com estas espécies (Cen et al, 2012; Donovan et al, 2012). Um único inseto não psíldeo, *Ferrisia virgata* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) foi detectado carregando CaLas, no entanto, em ensaio de transmissão constatou-se que a população de CaLas transmitida por esta cochonilha não causou sintomas nas plantas testadas (Pitino, 2014). O psíldeo *D. citri* é o principal vetor de liberibactérias associadas ao HLB no mundo, enquanto *T. erythrae* transmite CaLaf na África, partes da Arábia e algumas ilhas do Oceano Índico e Atlântico (Gottwald, 2010).

Além dos citros, psíldeos tem sido associados a doenças em várias olerícolas, com destaque para “Zebra Chip” (ZC) da batata, que foi inicialmente observada em 1994 no México e em 2000 na Guatemala e nos Estados Unidos (Munyaneza et al, 2007). Essa doença é caracterizada pelo sintoma desenvolvido nos tubérculos de batatas oriundos de plantas doentes, que consiste em um padrão listrado de necrose na secção transversal do tubérculo, o qual se torna mais proeminente quando os tubérculos infectados são fritos. Nas plantas os sintomas incluem nanismo, clorose, entrenós engrossados, proliferação de gemas axilares e tubérculos aéreos, escurecimento do sistema vascular em porções subterrâneas dos caules e declínio precoce da planta (Munyaneza et al, 2007). Esta doença tem causado a perda de milhões de dólares para os produtores e processadores de batata nas regiões afetadas, e também gera sérias perdas para o mercado e para a exportação, muitas vezes causando o abandono de diversas áreas de plantio (Secor & Rivera-Varas, 2004; Rosson et al, 2006; Gudmestad & Secor, 2007; Munyaneza et al, 2007; Liefting et al, 2008).

Inicialmente a doença ZC foi associada a fitoplasmas que possivelmente seriam transmitidos por cigarrinhas, porém, em 2007, comprovou-se a participação do psíldeo *B. cockerelli* no patossistema, supostamente com ação toxicogênica (Munyaneza et al, 2007). No ano seguinte verificou-se que a doença não estava associada a toxinas salivares introduzidas na planta durante a alimentação do psíldeo, mas sim a uma nova bactéria, inicialmente chamada

de '*Candidatus Liberibacter psyllaerous*', transmitida por *B. cockerelli* em plantas de tomate e batata nos Estados Unidos (Hansen, 2008). Posteriormente, constatou-se que essa bactéria era a mesma espécie identificada em plantas solanáceas na Nova Zelândia, que foi denominada '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' (CaLsol) (Liefting et al, 2009b; Wen et al, 2009), nome aceito atualmente. CaLsol foi encontrada em plantas de tomate e pimenta na Nova Zelândia, e em outras solanáceas como batata, tamarilo, *physalis* (Liefting et al, 2009a; Liefting et al, 2009b). Em Honduras foi relatada em berinjela e fumo (Munyaneza et al, 2013; Aguilar et al, 2013).

A Organização de Proteção de Plantas da Europa e Mediterrâneo (EPPO) divulgou uma lista sobre a distribuição do psíldeo *B. cockerelli* no mundo, relatando que o inseto está presente apenas no continente Americano (Canadá, Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, Nicaragua e El Salvador) e na Oceania (Nova Zelândia), não sendo relatado no continente Europeu (EPPO, 2013a; Bextine et al, 2013). A mesma organização divulgou também dados sobre a distribuição da bactéria CaLsol, que além de estar presente nos países já mencionados, também foi detectada na Finlândia, França, Noruega, Suíça e Espanha. Apesar da presença nestes países, CaLsol não foi detectada em batata e tomate, mas em novas interações com plantas não solanáceas e outros psíldeos (EPPO, 2013b).

Na Europa, a bactéria CaLsol foi encontrada primeiramente em plantas de cenoura na Finlândia, sendo transmitida pelo psíldeo *Trioza apicalis* Förster (Hemiptera: Triozidae), com observação dos sintomas entre 5 a 35% das plantas de 14 campos comerciais no sul do país (Munyaneza et al, 2010 b, c, 2011). Os sintomas em cenouras afetadas pela doença incluem o ondulamento, amarelamento, bronzeamento e coloração arroxeadas das folhas, o nanismo na parte aérea e raízes, além da proliferação de raízes secundárias (Munyaneza, 2010c). Posteriormente, a mesma doença foi observada na Suíça e Noruega, sendo que na Noruega a observação dos sintomas foi entre 70 a 80% dos campos comerciais e experimentais do sudeste do país, apresentando entre 10 a 100% de plantas com sintomas (Munyaneza et al, 2012 a, b). O psíldeo *T. apicalis*, mesmo antes da detecção da bactéria, já era considerado praga na região norte e central da Europa, podendo causar até 100% de perdas na cultura da cenoura (Markkula et al, 1976; Nissinen et al, 2007; Munyaneza et al, 2010c).

A bactéria CaLsol foi relatada também em cenouras nas Ilhas Canárias e Espanha, sendo transmitida por outro psíldeo, *Bactericera trigonica* Hodkinson (Hemiptera: Triozidae) (Alfaro-Fernández et al, 2012a, b), e na França, porém sem observação do psíldeo vetor até o momento (Loiseau et al, 2014). Em 2014 houve o relato em plantas de aipo na Espanha (Teresani et al, 2014) e posteriormente em diversas outras Apiáceas na França, indicando que

o patógeno tem um círculo de plantas hospedeiras dentro da família Apiaceae maior do que o esperado (Hajri et al, 2017).

Atualmente se conhecem 5 haplótipos de CaLsol (A, B, C, D e E). Os haplótipos A e B são associados a diversas plantas solanáceas e são transmitidos por *B. cockerelli* na América Central e do Norte e Nova Zelândia (Nelson et al, 2011). O haplótipo C tem sido detectado em cenoura no norte da Europa e em associação com *T. apicalis* (Munyaneza et al, 2010b, 2012a, b, 2015; Nelson et al, 2011) enquanto o haplótipo D tem sido associado com cenouras e *B. trigonica* na Espanha e Ilhas Canárias (Alfaro-Fernandes et al, 2012 a, b; Nelson et al, 2013). O haplótipo E foi o último ser descrito e foi associado com cenouras, plantas de aipo e *B. trigonica* na Espanha (Teresani et al, 2014). Recentemente, os haplótipos D e E foram associados a diversas plantas da família Apiaceae na França (Hajri et al, 2017)

Além da transmissão por vetores, foi observada a transmissão de CaLsol a partir de tubérculos-semente de batata para plantas da progênie e a presença da bactéria em plantas assintomáticas cultivadas a partir de tubérculos infectados (Pitman et al, 2011). Sementes de cenoura já foram relatadas como transmissoras de CaLsol, de forma que houve a recomendação da implantação de protocolos para detecção da bactéria em lotes de sementes, para poder impedir a entrada e estabelecimento da bactéria em novas áreas, e sua possível disseminação para outras culturas (Bertolini et al, 2015). Apesar disso, ainda faltam estudos à respeito, visto que faltam evidências sobre sementes como vias de transmissão efetiva, sendo então a introdução de psilídeos em áreas livres de CaLsol a maior preocupação em relação à introdução e/ou expressão da doença (Loiseau et al, 2017; Monger & Jeffries, 2017). Um exemplo disso são as evidências de que a introdução de CaLsol na Nova Zelândia provavelmente tenha ocorrido por indivíduos de *B. cockerelli* infectados com o referido patógeno (Thomas et al, 2011; Nelson et al, 2011).

Não há relatos de psilídeos-praga associados a cultivos de olerícolas no Brasil, e este grupo de insetos nunca foi alvo de um trabalho de levantamento nesses cultivos. No entanto, o *check-list* de espécies presentes no país realizado por Burckhardt e Queiroz (2012) chama a atenção em alguns aspectos. Espécies do gênero *Trioza*, o qual possui uma espécie com relato de transmissão de CaLsol, *T. apicalis* (Munyaneza et al, 2010 b), estão presentes no país. Além disso, três espécies relatadas por Burckhardt e Queiroz (2012), *Leuronota solani* (Rübsaamen), *Russelliana capsici* Burckhardt e *Russelliana solanicola* Tuthill, têm solanáceas como plantas hospedeiras.

A espécie *L. solani* foi descrita por Rübsaamen (1908) como *B. solani*, formando galhas em folhas de uma espécie não identificada de *Solanum* sp. coletada no Rio de Janeiro.

Posteriormente, Burckhardt e Queiroz (2012) a observaram novamente causando galhas, desta vez em Santa Catarina, em plantas de *Solanum ramulosum*, e no Paraná, em *Solanum* sp. e *Acnistus reviflorus*.

Para as espécies do gênero *Russelliana* há mais informações e algumas delas foram relatadas em plantas cultivadas na América do Sul. Com 15 espécies descritas e muitas outras ainda não descritas, *Russelliana* é atualmente o gênero mais rico em espécies dentro da subfamília Aphalaroidinae. É surpreendentemente um gênero diverso com respeito a plantas hospedeiras, as quais incluem membros das famílias Asteraceae, Fabaceae, Nolanaceae, Polygonaceae, Rosaceae, Solanaceae, Verbenaceae e outras (Burckhardt, 1987; Burckhardt, 2008; Serbina et al, 2015).

A espécie *R. capsici* foi descrita por Burckhardt (1987) com exemplares coletados em Piracicaba – SP, em pimenta ‘biquinho’ (*Capsicum annuum*). Burckhardt et al (2012) consideram *R. capsici* específica em relação ao hospedeiro, o que é comum aos psíldeos, e descreveram pela primeira vez o dano causado por imaturos deste psíldeo à planta de pimenta, o qual foi caracterizado por enrolamento, diminuição e dessecação das folhas, bem como a formação de um aspecto de vassoura-de-bruxa. Estas deformações reduzem a área fotossintética da planta e altas infestações podem retardar o crescimento da planta e causar queda prematura de folhas ou até mesmo a morte de plantas. Os mesmos autores relatam que o sintoma de vassoura-de-bruxa pode ser causado por '*Candidatus Liberibacter* spp.' ou fitoplasmas, mas que não foram realizados testes para identificar a presença destes organismos.

Já a espécie *R. solanicola* é considerada polífaga, podendo se alimentar de diversas solanáceas, mas também de plantas das famílias Amaranthaceae, Asteraceae e Escalloniaceae (Serbina et al, 2015). A espécie foi reportada como uma praga importante para a cultura da batata no Sul do Peru, sendo associada à transmissão de isolados do vírus SB26/29, para o qual a maioria dos híbridos e clones de batatas testadas se mostraram suscetíveis, produzindo sintomas de redução de crescimento, clorose e mosaico nas folhas, com diminuição da qualidade e perdas de rendimento entre 10 e 90% na primeira e segunda geração clonal (Tenorio et al, 2000; Chávez et al, 2003; Salazar, 2006). Apesar dessa associação como vetor, não existem relatos sobre plantas de batata doentes ou psíldeos terem sido testados para infecção por procariotos fastidiosos, incluindo '*Candidatus Liberibacter* spp.'. De acordo com Munyaneza e Henne (2012), mais pesquisas são necessárias para elucidar a identidade do vírus e de outros patógenos potencialmente associados ao psíldeo *R. solanicola*. Estes indícios corroboram com o relatório de análise de risco para CaLsol do Reino Unido, que recomenda

mais estudos para determinar se *R. solanicola* poderia transmitir ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ para olerícolas (FERA, 2014).

Desta forma, considerando a necessidade de identificar espécies de psílídeos vetores ou potenciais vetores de CaLsol em cultivos olerícolas no Brasil e de conhecer suas interações com plantas que podem ser hospedeiras da bactéria ou desses insetos, os objetivos do presente estudo foram: (a) realizar um levantamento de espécies de psílídeos associados a cultivos olerícolas em importantes áreas produtoras do Brasil, usando-se diferentes métodos de coleta (Capítulo 2); (b) compreender melhor as interações de *R. solanicola* e *R. capsici*, espécies que possuem olerícolas como hospedeiras, com plantas sob risco de infecção por CaLsol, por meio de ensaios de preferência para pouso e oviposição, desenvolvimento e sobrevivência (Capítulo 3); e (c) utilizar a técnica *Electrical Penetration Graph* (EPG) para comparar o comportamento alimentar de adultos e imaturos de *R. solanicola* e determinar que aspectos da penetração estiletar desta espécie são afetados com diferentes níveis de adequação para o desenvolvimento de imaturos, com ênfase na fase floemática, na qual supostamente ocorre aquisição e inoculação de CaLsol (Capítulo 4).

Referências

- AGUILAR, E.; BEXTINE, B.; MCCUE, K. F.; MUNYANEZA, J. E. First report of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” on Tobacco in Honduras. *Plant Disease*, v. 97, n. 10, p. 1376, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-04-13-0453-PDN>
- ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; CEBRIÁN, M. C.; VILLAESCUSA, F. J.; HERMOSO DE MENDOZA, A.; FERRÁNDIZ, J. C.; SANJUÁN, S.; FONT, M. I. First report of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ in carrot in Mainland Spain. *Plant Disease*, v. 96, n. 4, p. 582, 2012a. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-11-0918-PDN>
- ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; SIVERIO, F.; CEBRIÁN, M. C.; VILLAESCUSA, F. J.; FONT, M. I. ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ associated with *Bactericera trigonica* – affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease*, v. 96, n. 4, p. 581, 2012b. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0878-PDN>
- BARBOSA, F. R. Direto na seiva. *Revista Cultivar: hortaliças e frutas*, Pelotas, n.8. p.27-28, 1999.
- BERTOLINI, E.; TERESANI, G. R.; LOISEAU, M.; TANAKA, F. A. O.; BARBÉ, S.; MARTÍNEZ, C.; GENTIL, P.; LÓPEZ, M. M.; CAMBRA, M. Transmission of

- '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrot seeds. *Plant Pathology*, v.64, n. 2, p. 276-285, 2015. DOI: 10.1111/ppa.12245
- BEXTINE, B.; AGUILAR, A.; RUEDA, A.; CACERES, O.; SENGODA, V. G.; MCCUE, K. F.; MUNYANEZA, J. E. First report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' on tomato in El Salvador, v. 97, n. 9, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-03-13-0248-PDN>
- BOVÉ, J. M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of Citrus. *Journal of Plant Pathology*, v.88, n. 1, p.7-37, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v88i1.828>
- BURCKHARDT, D. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 1: Psyllidae (subfamilies Aphalarinae, Rhinocolinae and Aphalaroidinae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 89, p. 299-392, 1987.
- BURCKHARDT, D. Biology, ecology and evolution of gall-inducing psyllids (Hemiptera: Psylloidea), 143-157. In: Raman, A.; Schaefer, C. A. e Withers, T. M. (Ed.) *Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods*. Enfield: Science Publishers, 2005.
- BURCKHARDT, D. Jumping plant-lice (Hemiptera, Psylloidea) associated with *Diostea* (Verbenaceae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, v. 55, n. 1, p. 79-89, 2008. DOI: 10.1002/mmnd.200800005
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from Brazil. *Zootaxa*, Auckland, v. 3571, p. 26-48, 2012.
- BURCKHARDT, D.; OUVARD, D. A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, v. 3509, p. 1-34, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3509.1.1>
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L.; REZENDE, M. Q.; QUEIROZ, E. C.; BOUVET, J. P. The capsicum psyllid, *Russelliana capsici* (Hemiptera, Psylloidea), a pest on *Capsicum annuum* (Solanaceae) in Argentina and Brazil. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, v. 85, p. 71-78, 2012. DOI: <http://doi.org/10.5169/seals-403040>
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Phylogenetic relationships within the subfamily Aphalarinae including a revision of *Limataphalara* (Hemiptera: Psylloidea: Aphalaridae). *Acta Musei Moraviae*, v. 98, n.2, p. 35-56, 2013.
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L.; DROHOJOWSKA, J. Revision of the neotropical jumping plant-louse genus *Mastigimas* (Hemiptera, Psylloidea) attacking *Cedrela* and *Toona* species (Meliaceae). *Zootaxa*, v. 3745, p. 1-18, 2013. DOI: 10.11646/zootaxa.3745.1.1.

- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): Resolving a semantic problem. *Florida Entomologist*, v. 97, n. 1, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.097.0132>
- BURCKHARDT, D.; DÍAZ, F.; QUEIROZ, D. L. Four new neotropical *Trioza* species associated with Loranthaceae (Santalales) and comments on mistletoe inhabiting psyllids (Hemiptera, Psylloidea). *Alpine Entomology*, v.1, p. 91-108, 2017. DOI: 10.3897/alpento.1.20905
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. The jumping plant-lice of the Neotropical genus *Tainarys* (Hemiptera: Psylloidea) associated with Anacardiaceae. *Zootaxa*, v. 4232, n.4, p.535-567, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4232.4.5>
- CAMEROTA, C.; RADDADI, N.; PIZZINAT, A.; GONELLA, E.; CROTTI, E.; TEDESCHI, R.; MOZES-DAUBE, N.; EMBER, I.; ACS, Z.; KOLBER, M.; ZCHORI-FEIN, E.; DAFFONCHIO, D.; ALMA, A. Incidence of '*Candidatus* Liberibacter europaeus' and phytoplasmas in *Cacopsylla* species (Hemiptera: Psyllidae) and their host/shelter plants. *Phytoparasitica*, v. 40, p.213-221, 2012. DOI: 10.1007/s12600-012-0225-5
- CARNEIRO, R. G. S. Biologia e desenvolvimento de galhas de *Neotriza* cf. *tavaresi* Crawford (Hemiptera: Psylloidea) na superhospedeira *Psidium myrsinoides* O. Berg (Myrtaceae). 110p. Dissertação (Mestre em Biologia Vegetal) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- CASTRO, A.; OLIVEIRA, D. C.; MOREIRA, A. S. F. P.; ISAIAS, R. M. S. Synchronism between *Aspidosperma macrocarpon* (Apocynaceae) resources, allocation and the establishment of the gall inducer *Pseudophacopteron* sp. (Hemiptera: Psylloidea). *Revista de Biología Tropical*, v. 61, n. 4, p. 1891-1900, 2013.
- CDA – Coordenadoria de Defesa Agropecuária. Dados da citricultura paulista. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/www/gdsv/index.php?action=dadosCitriculturaPaulista>. Acesso em 01 de fev. de 2018.
- CEN, Y.; ZHANG, L.; XIA, Y.; GUO, J.; DENG, X.; ZHOU, W.; SEQUEIRA, R.; GAO, J.; WANG, Z.; YUE, J.; GAO, Y. Detection of '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' in *Cacopsylla* (*Psylla*) *citrisuga* (Hemiptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, Lutz, v. 95, n. 2, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1653/024.095.0210>
- CHÁVEZ, R.; SALAZAR, L.; UPADHYA, M.; CHUJOY, E.; CABELLO, R.; GARCIA, A.; LINARES, J. Susceptibilidad y resistencia genética de campo al nuevo virus de la papa SB-29 en poblaciones tetraploides de papa (*Solanum tuberosum* L. 2n = 4x = 48 AAAA) en agroecosistemas áridos. *IDESIA*, v. 21, n. 1, p. 9-22, 2003.

- COLETTA-FILHO, H. D.; TARGON, M. L. P. N.; TAKITA, M. A.; DE NEGRI, J. D.; POMPEU, J. First report of the causal agent of Huanglongbing ("*Candidatus Liberibacter asiaticus*") in Brazil. *Plant Disease*, v. 88, n.12, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.12.1382C>
- COSTA LIMA, A. Insetos do Brasil-Homópteros (3º Tomo). Escola Nacional de Agronomia, 1942.
- CROSSLIN, J. M., J. E. MUNYANEZA, J. K. BROWN, AND L. W. LIEFTING. Potato zebra chip disease: a phytopathological tale. 2010. Disponível em: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/2010/zebra/>. Acesso em: 27 de jul. 2014.
- DONOVAN, N. J.; BEATTIE, G. A. C.; CHAMBERS, G. A.; HOLFORD, P.; ENGLEZOU, A.; HARDY, S.; DORJEE, P. W.; THINLAY, N. O. First report of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in *Diaphorina communis*. *Australasian Plant Disease Notes*, v. 7, p.1-4, 2012. DOI: 10.1007/s13314-011-0031-9
- EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Bactericera cockerelli*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, n. 2, p. 202-208, 2013a.
- EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, v. 43, n. 2, p. 197-201, 2013b.
- FAGEN, J. R.; LEONARD, M. T.; COYLE, J. F.; MCCULLOUGH, C. M.; DAVIS-RICHARDSON, A. G.; DAVIS, M. J.; TRIPLETT, E. W. *Liberibacter crescens* gen. nov., sp. nov., the first cultured member of the genus *Liberibacter*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Bacteriology*, v. 64, p. 2461-2466, 2014a. DOI: 10.1099/ijs.0.063255-0
- FAGEN, J. R.; LEONARD, M. T.; MCCULLOUGH, C. M.; EDIRISINGHE, J. N.; HENRY, C. S.; DAVIS, M. J.; TRIPLETT, E. W. Comparative genomics of cultured and uncultured strains suggests genes essential for free-living growth of *Liberibacter*. *PloS ONE*, v. 9, n.1, 2014b. DOI: 10.1371/journal.pone.0084469
- FERA – The Food and Environment Research Agency. Rapid Pest Risk Analysis for *Candidatus Liberibacter solanacearum*. 2014. Disponível em: <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/candidatusLS.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2014.
- GOTTFELD, T. R.; DA GRAÇA, J. V.; BASSANEZI, R. B. Citrus huanglongbing: the pathogen, its epidemiology, and impact. 2007. *Plant Health Progress*. Disponível em:

<<http://www.plantmanagementnetwork.org/sub/php/review/2007/huanglongbing/>>.

Acesso em: 20 jul. 2014.

- GOTTWALD, T. R. Current Epidemiological understanding of Citrus Huanglongbing. Annual Review of Phytopathology, v. 48, p.119-139, 2010. DOI: 10.1146/annurev-phyto-073009-114418
- GUDMESTAD, N. C.; SECOR, G. A. Zebra Chip: a new disease of potato. Nebraska Potato News, v. 19, n. 1, 2007.
- HAAPALAINEN, M. Biology and epidemics of *Candidatus Liberibacter* species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria. Annals of Applied Biology, v. 165, p. 172-198, 2014. DOI: 10.1111/aab.12149
- HAJRI, A.; LOISEAU, M.; COUSSEAU-SUHARD, P.; RENAUDIN, I.; GENTIT, P. Genetic characterization of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' haplotypes associated with apiaceous crops in France. Plant Disease, v. 101, p. 1383-1390, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-16-1686-RE>
- HALBERT, S. The discovery of Huanglongbing in Florida. Proceedings of the 2nd Internacional Citrus Canker and Huanglongbing Research Workshop, Florida, p. 50, 2005.
- HANSEN, A. K.; TRUMBLE, J. T.; STOUTHAMER, R.; PAINE, T. D. A new huanglongbing species, "*Candidatus Liberibacter psyllauros*", found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). Applied and Environmental Microbiology, v. 74, n. 18, p.5862-5865, 2008. DOI: 10.1128/AEM.01268-08
- HODKINSON, I. D. The biology of the Psylloidea (Homoptera): a review. Bulletin of Entomological Research, v. 64, p. 325-339, 1974.
- IEDE, E. T.; LEITE, M. S. P.; PENTEADO, S. R. C., MAIA, F. (1997). *Ctenarytaina* sp. (Homoptera: Psilidae) associada a plantas de *Eucalyptus* sp. em Arapoti, PR. In: XVI Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, 1997, Salvador. Anais...Salvador: SEB, 1997. p. 253.
- LIEFTING, L. W.; PEREZ-EGUSQUIZA, Z. C.; CLOVER, G. R. G.; ANDERSON, J. A. D. A new '*Candidatus Liberibacter*' species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. Plant Disease, v. 92, n. 10, p. 1474, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-10-1474A>
- LIEFTING, L. W.; SUTHERLAND, P. W.; WARD, L. I.; PAICE, K. L.; WEIR, B. S.; CLOVER, G. R. G. A new '*Candidatus Liberibacter*' species associated with diseases of solanaceous crops. Plant Disease, Saint Paul, v. 93, n. 3, p.208-214, 2009a.

- LIEFTING, L. W.; WEIR, B. S.; PENNYCOOK, S. R.; CLOVER, G. R. G. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*', associated with plants in the family Solanaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 59, p. 2274-2276, 2009b. DOI: 10.1099/ijs.0.007377-0
- LOISEAU, M.; GARNIER, S.; BOIRIN, V.; MERIEAU, M.; LEGUAY, A.; RENAUDIN, I.; RENVOISÉ, J. P.; GENTIT, P. First report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrot in France. *Plant Disease*, v.98, n. 6, p. 839, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-13-0900-PDN>
- LOISEAU, M.; RENAUDIN, I.; COUSSEAU-SUHARD, P.; LUCAS, P. M.; FORVEILLE, A.; GENTIT, P. Lack of evidence of vertical transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' by carrot seeds suggests that seed is not a major transmission pathway. *Plant Disease*, v. 101, n. 12, p. 2104-2109, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0531-RE>
- MACHADO, L.M.; BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L.; COSTA, E.C.; MACHADO, D.N.; PEDRON, L. First record of *Heteropsylla caldwelli* Burckhardt (Hemiptera: Psyllidae) from Brazil and its population dynamics on earpod tree in Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.61, p. 290-293, 2017.
- MALENOVSKÝ, I.; BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L.; ISAIAS, R.M.S.; OLIVEIRA, D.C. Descriptions of two new *Pseudophacopteron* species (Hemiptera: Psylloidea: Phacopteronidae) inducing galls on *Aspidosperma* (Apocynaceae) in Brazil. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, v. 55, n.2, p. 513-538, 2015.
- MARKKULA, M.; LAUREMA, S.; TIITTANEN, K. Systemic damage caused by *Trioza apicalis* on carrot. *The Host-Plant in Relation to insect Behaviour and Reproduction*, v. 16, p.153-155, 1976.
- MONGER, W. A.; JEFFRIES, C. J. A survey of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in historical seed from collections of carrot and related Apiaceae species. *European Journal Plant Pathology*, p. 1-13, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1322-6>
- MORRIS, J.; SHILLER, J.; MANN, R.; SMITH, G.; YEN, A.; RODONI, B. Novel '*Candidatus Liberibacter*' species identified in the Australian eggplant psyllid, *Acizzia solanicola*. *Microbial Biotechnology*, v. 10, p. 833-844, 2017. DOI: 10.1111/1751-7915.12707

- MUNYANEZA, J. E.; CROSSLIN, J. M.; UPTON, J. E. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with 'Zebra Chip', a New Potato disease in Southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*, v. 100, n. 3, p. 656-663, 2007. DOI: [http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[656:AOBCHP\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[656:AOBCHP]2.0.CO;2)
- MUNYANEZA, J. E. Psyllids as vectors of emerging bacterial diseases of annual crops. *Southwestern Entomologist*, v. 35, n.3, 2010a. DOI: <http://dx.doi.org/10.3958/059.035.0335>
- MUNYANEZA, J. E.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; GARCZYNSKI, S. F.; NISSINEN, A.; LEMMETTY, A. First report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrots in Europe. *Plant Disease*, v.94, n. 5, p. 639, 2010b. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-5-0639A>
- MUNYANEZA, J. E.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; GARCZYNSKI, S. F.; NISSINEN, A.; LEMMETTY, A. Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with the psyllid *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Europe. *Journal of Economic Entomology*, v. 103, p. 1060-1070, 2010c. DOI: 10.1603/EC10027
- MUNYANEZA, J. E.; LEMMETTY, A.; NISSINEN, A.; SENGODA, V. G.; FISHER, T. W. Molecular detection of aster yellows phytoplasma and "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in carrots affected by the psyllid *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Finland. *Journal of Plant Pathology*, v.93, p. 697-700, 2011.
- MUNYANEZA, J. E.; HENNE, D. C. Leafhopper and psyllid pests of potato. In: *Insect pest of potato: global perspectives on biology and management*. Oxfordshire: Academic Press, 2012, 4, p. 65 - 102.
- MUNYANEZA, J. E.; SENGODA, V. G.; STEGMARK, R.; ARVIDSSON, A. K.; ANDERBRANT, O.; YUVARAJ, J. K.; RÄMERT, B.; NISSINEN, A. First report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" associated with Psyllid-affected carrots in Sweden. *Plant Disease*, v. 96, n. 3, p. 453, 2012a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0871>
- MUNYANEZA, J. E.; SENGODA, V. G.; SUNDHEIM, L.; MEADOW, R. First report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" associated with psyllid-affected carrots in Norway. *Plant Disease*, v. 96, n. 3, p. 454, 2012b. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0870>
- MUNYANEZA, J. E.; SENGODA, V. G.; AGUILAR, E.; BEXTRINE, B. R.; MCCUE, K. F. First report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' infecting eggplant in Honduras. *Plant Disease*, v. 97, n. 12, p. 1654, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-13-0641-PDN>

- MUNYANEZA, J. E.; SWISHER, K. D.; HOMMES, M.; WILLHAUCK, A.; BUCK, H.; MEADOW, R. First Report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' associated with psyllid-infested carrots in Germany. *Plant Disease*, v. 99, p. 1269, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-15-0206-PDN>
- NADARASAH, G.; STAVRINIDES, J. Insects as alternative hosts for phytopathogenic bacteria. *Microbiology Reviews*, v.35, p.555-575, 2011. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2011.00264.x
- NELSON, W. R.; FISHER, T. W.; MUNYANEZA, J. E. Haplotypes of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' suggest long-standing separation. *European Journal of Plant Pathology*, v. 130, p. 5-12, 2011. DOI: 10.1007/s10658-010-9737-3
- NELSON, W. R.; SENGODA, V. G.; CROSSLIN, J. M.; ALFARO-FERNÁNDEZ, A. O. FONT, M, I.; MUNYANEZA, J. E. A new haplotype of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in the Mediterranean region. *European Journal of Plant Pathology*, v. 135, p. 633-639, 2013. DOI: 10.1007/s10658-012-0121-3
- NISSINEN, A.; VANHALA, P.; HOLOPAINEN, J. K.; TIILIKKALA, K. Short feeding period of carrot psyllid (*Trioza apicalis*) females at early growth stages of carrot reduces yield and causes leaf discolouration. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 125, p. 277-283, 2007. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2007.00628.x
- OUVRARD, D.; CHALISE, P.; PERCY, D. M. Host-plant leaps versus host-plant shuffle: a global survey reveals contrasting patterns in a oligophagous insect group (Hemiptera, Psylloidea). *Systematics and Biodiversity*, v. 13, n.5, p. 434-454, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14772000.2015.1046969>
- PERCY, D. M.; PAGE, R. D. M.; CRONK, Q. C. B. Plant-insect interactions: Double-dating associated insect and plant lineages reveals asynchronous radiations. *Systematic Biology*, v. 53, n.1, p. 120-127, 2004. DOI: 10.1080/10635150490264996
- PITMAN, A. R.; DRAYTON, G. M.; KRABERGUER, S. J.; GENET, R. A.; SCOTT, I. A. W. Tuber transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' and its association with zebra chip on potato in New Zealand. *European Journal of Plant Pathology*, v. 129, p.389-398, 2011. DOI: 10.1007/s10658-010-9702-1
- PITINO, M.; HOFFMAN, M. T.; ZHOU, L.; HALL, D. G.; STOCKS, I. C.; DUAN, Y. The phloem-sap feeding mealybug (*Ferrisia virgata*) carries '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' populations that do not cause disease in host plants. *Plos One*, v. 9, n. 1, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085503>

- QUEIROZ, D. L.; BURCKHARDT, D. Psilídeos do Brasil (Hemiptera, Psylloidea): surpreendente diversidade de um grupo de insetos fitófagos. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia, 24, 2012, Curitiba. Anais...Curitiba: SEB, 2012.
- QUEIROZ, D. L.; BURCKHARDT, D. MAJER, J. Integrated pest management of Eucalypt Psyllids (Insecta, Hemiptera, Psylloidea). In: Marcelo L. Larramendy, Sonia Soloneski (Org). Integrated Pest management and Pest Control – Current and future tatics. 1 ed. Rijeka, Croatia: In Tech, 2012. p. 385-412
- ROSSON, P.; NIEMEYER, M.; PALMA, M.; RIBERA, L. Economic Impacts of Zebra Chip on the Texas Potato Industry. 2006. Disponível em: <<http://cnas.tamu.edu/zebra%20chip%20impacts%20final.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2014.
- SALAZAR, L. F. Emerging anda re-emerging potato diseases in the Andes. Potato Research, v. 49, p. 43-47, 2006.
- SANTANA, D. L. Q.; ZANOL, K. M. R.; BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. Danos causados por *Ctenarytaina spatulata* Taylos, 1977 (Hemiptera: Psyllidae) em *Eucalyptus grandis* Hill. Ex Maiden. Boletim de Pesquisa Florestal, n.50, p.11-24, 2005.
- SECOR, G. A.; RIVERA-VARAS, V. V. Emerging diseases of cultivated potato and their impact on Latin America. Revista Latinoamericana de la papa, v. 1, p.1-8, 2004. Supplement.
- SEEMÜLLER, E.; SCHNEIDER, B. '*Candidatus* Phytoplasma mali', '*Candidatus* Phytoplasma pyri' and '*Candidatus* Phytoplasma prunorum', the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows, respectively. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, v. 54, p. 1217-1226, 2004. DOI: 10.1099/ijls.0.02823-0
- SINGH, G. Physiology of shoot gal formation and its relationship with juvenility and flowering in mango. Acta Horticulturae, v. 509, p. 803-810, 2000.
- SERBINA, L.; BURCKHARDT, D.; BIRKHOFFER, K.; SYFERT, M.; HALBERT, S. E. The potato pest *Russelliana solanicola* Tuthill (Hemiptera: Psylloidea): taxonomy and host-plant patterns. Zootaxa, v. 4021, n. 1, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4021.1.2>
- SERBINA, L.; BURCKHARDT, D. Systematics, biogeography and host-plant relationships of the Neotropical jumping plant-louse genus *Russelliana* (Hemiptera: Psylloidea). Zootaxa, v. 4266, n. 1, p. 1-114, 2017.
- TEIXEIRA, D. C.; SAILLARD, C.; EVEILLARD, S.; DANET, J. L.; COSTA, P. I.; AYRES, A. J.; BOVÉ, J. '*Candidatus* Liberibacter americanus', associated with citrus huanglongbing

- (greening disease) in São Paulo State, Brazil. *Internacional Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 55, p. 1857-1862, 2005. DOI: 10.1099/ijss.0.63677-0
- TENORIO, J.; CHUQUILLANQUI, C.; GARCIA, A.; GUILLÉN, M.; CHAVEZ, R.; SALAZAR, L. F. Symptomatology and effect on potato yield of a new virus transmitted through the psyllid *Russelliana solanicola*. *Fitopatología*, v. 38, p. 32-36, 2000.
- TERESANI, G.R., BERTOLINI, E., ALFARO-FERNÁNDEZ, A., MARTÍNEZ, C., TANAKA, F.A.O., KITAJIMA, E.W., ROSELLÓ, M., SANJUÁN, S., FERRÁNDIZ, J.C., LÓPEZ, M.M., CAMBRA, M., FONT, M.I. Association of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ with a vegetative disorder of celery in Spain and development of a real-time PCR method for its detection. *Phytopathology*, v. 104, p. 804-811, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-07-13-0182-R>
- THOMAS, K. L.; JONES, D. C.; KUMARASINGHE; RICHMOND, J. E.; GILL, G. S. C.; BULLIANS, M. S. Investigation into the entry pathway for tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli*. *New Zealand Plant Protection*, v. 64, p. 259-268, 2011.
- WEN, A.; MALLIK, I.; ALVARADO, V. Y.; PASCHE, J. S.; WANG, X.; LI, W.; LEVY, L.; LIN, H.; SCHOLTHOF, H. B.; MIRKOV, T. E.; RUSH, C. M.; GUDMESTAD, N. C. Detection, distribution, and genetic variability of ‘*Candidatus Liberibacter*’ species associated with zebra complex disease of potato in North America. *Plant Disease*, v. 93, n. 11, p. 1102-1115, 2009.

2. LEVANTAMENTO DE PSILÍDEOS (HEMIPTERA: PSYLLOIDEA) POTENCIAIS VETORES DE ‘*CANDIDATUS LIBERIBACTER*’ EM OLERÍCOLAS NO BRASIL

RESUMO

Psilídeos (Hemiptera: Psylloidea) têm se destacado como vetores de bactérias associadas a várias doenças de plantas. Uma dessas bactérias, ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CaLsol), tem afetado olerícolas em várias partes do mundo, incluindo Europa, Américas e Nova Zelândia. Embora ainda não relatada na América do Sul, CaLsol representa uma ameaça para a olericultura dessa região pelo elevado risco de sua introdução e diversidade de psilídeos que poderiam atuar como vetores. Considerando-se a carência de informações sobre espécies de psilídeos presentes em cultivos de olerícolas no Brasil, realizou-se um levantamento desses insetos em diferentes cultivos e plantas daninhas associadas, objetivando-se identificar espécies potenciais vetoras de CaLsol. Amostragens por inspeção visual, rede entomológica, batida de plantas em bandeja branca e armadilha do tipo bandeja amarela com água foram realizadas em 109 áreas de diferentes municípios e seis estados brasileiros. Foram encontrados 2813 exemplares de psilídeos, pertencentes a 7 famílias e 20 gêneros, com maior frequência das espécies *Russelliana solanicola* Tuthill (95,1%), *R. capsici* Burckhardt (91,6%) e *Isogonoceraia divergipennis* White & Hodkinson (85,4%) nos cultivos de cenoura, pimenta e batata, respectivamente. *R. capsici* tem ocorrência constante em pimenta, enquanto *R. solanicola* é acessória em cenoura e *I. divergipennis* acidental em batata. Observaram-se imaturos de *R. capsici* em plantas de pimenta e de *R. solanicola* em cenoura e na planta espontânea *Parthenium hysterophorus*. A associação de *R. solanicola* e *R. capsici* com plantas olerícolas hospedeiras demonstra o potencial desses psilídeos como vetores de CaLsol no Brasil. Este é o primeiro relato de um psilídeo nas Américas utilizando cenoura como planta hospedeira.

Palavras-chave: Bactéria fitopatogênica; Psilídeos vetores; Amostragem

ABSTRACT

Psyllids (Hemiptera: Psylloidea) have taken an important role as vectors of bacteria associated with plant diseases. One of them, ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CaLsol), has affected vegetable crops in several parts of the world, including Europe, Americas and New Zealand. Although not reported in South America yet, CaLsol poses a threat to the olericulture of this region due to the high risk of its introduction and diversity of psyllids that could act as vectors. Considering the lack of information on psyllid species present in vegetable crops in Brazil, a survey of these insects was carried out in different crops and associated spontaneous plants, aiming to identify potential CaLsol vector species. Sampling by visual inspection, entomological network, plant beat in white tray and yellow

tray trap with water were carried out in 109 areas of different municipalities and six Brazilian states. A total of 2813 specimen of 7 different families and 20 genera were reported, most frequently occurring the species *Russelliana solanicola* Tuthill (95.1%), *R. capsici* Burckhardt (91.6%) and *Isogonoceraia divergipennis* White & Hodkinson (85.4%) in carrot, pepper and potato crops, respectively. *R. capsici* is considered constant in pepper, while *R. solanicola* is accessory in carrot and *I. divergipennis* accidental in potato. Immature of *R. capsici* were observed in capsicum plants and *R. solanicola* in carrot and also in the spontaneous plant *Parthenium hysterophorus*. The association of *R. solanicola* and *R. capsici* with vegetable crops demonstrates the potential of these psyllids as vectors of CaLsol in Brazil. This is the first report of a psilid in the American continent using carrots as a host plant.

Keywords: Phytopathogenic bacterium; Psyllid vectors; Sampling

2.1. Introdução

Psilídeos (Hemiptera: Psylloidea) são insetos sugadores fitófagos que podem ocasionar danos em plantas cultivadas, sendo que 3850 espécies já foram descritas globalmente (Li, 2011 apud Burckhardt & Ouvrard, 2012). Estes insetos são considerados, de forma geral, específicos em relação às suas plantas hospedeiras. Espécies de psilídeos intimamente relacionadas tendem a se desenvolver em espécies de plantas também estreitamente relacionadas (Burckhardt & Basset, 2000; Percy et al, 2004; Burckhardt et al, 2014; Ouvrard et al, 2015).

Várias espécies de psilídeos possuem grande importância econômica como pragas agrícolas e florestais. Podem causar danos diversos como a formação de galhas (Singh, 2000), e consequências graves como o desfolhamento e morte de plantas, como exemplo de diversas espécies que atacam plantas de *Eucalyptus* (Queiroz et al, 2012). Além disso, o grupo tem ganhado importância nas últimas décadas como vetores de fitopatógenos associados a sérias doenças de plantas. Historicamente, a espécie vetora mais conhecida é o psilídeo-asiático-dos-citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), que transmite bactérias associadas ao ‘Huanglongbing’ (HLB) em citros, com destaque para ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ (Hall et al, 2013). Nos últimos anos, outras espécies de psilídeos estão ganhando destaque como vetores de patógenos emergentes em cultivos agrícolas anuais, como é o caso de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae), que transmite ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CaLsol) para batatas e outras solanáceas (Munyaneza et al, 2007; Butler & Trumble, 2012), além de *Trioza apicalis* Förster (Hemiptera: Triozidae) e *Bactericera trigonica*

Hodkinson (Hemiptera: Triozidae), que transmitem outros haplótipos da mesma bactéria para cenoura e algumas olerícolas da família Apiaceae (Munyaneza et al, 2010a; Munyaneza et al, 2014; Alfaro-Fernandez et al, 2012; Teresani et al, 2014).

No continente americano, a distribuição de *B. cockerelli* compreende países da América do Norte e Central (Munyaneza, 2012), não sendo descartado o risco de expansão para América do Sul. A bactéria CaLsol também está presente nessas regiões e pelo fato de ser disseminada por tubérculo de batatas (Pitman et al, 2011) e possivelmente por sementes (Bertolini et al, 2015; Loiseau et al, 2017), há risco de introdução na América do Sul, o que poderia causar grandes prejuízos a diversos cultivos olerícolas suscetíveis.

No Brasil, 89 espécies de Psylloidea já foram identificadas, mas estima-se que mais de 1000 espécies possam ocorrer no país, de acordo com comparações e estimativas baseadas em coletas recentes (Burckhardt & Queiroz, 2012; Burckhardt & Queiroz, 2013; Burckhardt et al, 2013; Burckhardt & Queiroz, 2017; Burckhardt et al, 2017; Malenovsky et al, 2015; Serbina & Burckhardt, 2017; Machado et al, 2017). Entretanto, não há informações de literatura sobre quais espécies de psílídeos ocorrem em cultivos de solanáceas e outras olerícolas no Brasil, as quais poderiam atuar como vetores da bactéria. Mesmo na ausência de *B. cockerelli*, é possível a existência no Brasil de outras espécies de psílídeos com competência para transmitir CaLsol na eventualidade de sua introdução, uma vez que essa bactéria parece não ser tão específica em relação a vetores, sendo transmitida por espécies de diferentes gêneros, tais como *Bactericera* e *Trioza*.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de espécies de psílídeos em cultivos de olerícolas em diferentes regiões produtoras do Brasil, através de diferentes métodos de coleta, buscando-se identificar espécies vetoras ou potencialmente vetoras de CaLsol com base em dados de frequência e constância de captura de indivíduos, especialmente em cultivos de batata (*Solanum tuberosum*) e cenoura (*Daucus carota*), que estão entre as culturas mais afetadas pelo patógeno em outras regiões do mundo.

2.2. Material e Métodos

Psílídeos foram amostrados em diferentes áreas de produção e cultivos olerícolas da região Centro-Sul do Brasil, durante o período de 12/09/2014 a 21/09/2016 (Figura 1, Apêndice A). Foram utilizados métodos diretos (inspeção visual da planta, rede entomológica, batida de plantas em bandeja branca) e indiretos (armadilha do tipo bandeja amarela com água) de amostragem.

Para a avaliação por inspeção visual foram observadas entre 5 e 10 plantas de cada espécie olerícola por aproximadamente um minuto em cada área amostrada, contando o número de adultos e analisando a presença ou ausência de imaturos. Para o método de rede entomológica e batida de plantas em bandeja branca foram realizadas 10 amostragens, sendo que cada amostra foi composta por 10 passadas de rede nas plantas e 4 batidas de planta na bandeja, respectivamente. Na maioria das localidades, a amostragem com métodos diretos foi realizada em uma única data. Em Piracicaba, Itararé, Sorocaba, São José do Rio Pardo, Rio Paranaíba, Santa Juliana, Perdizes e Maria da Fé foram realizadas mais coletas ao longo do estudo (Apêndice A). As espécies vegetais amostradas variaram de acordo com sua disponibilidade nas diferentes localidades e datas de amostragem. Plantas daninhas, quando presentes de forma representativa no campo ou em áreas adjacentes, também foram amostradas, sempre com rede entomológica.

No caso de bandeja amarela com água, utilizaram-se duas bandejas por área, instaladas a aproximadamente 60 cm de altura em relação ao solo; o material foi coletado a cada 7 dias durante o período amostrado, que variou de 4 a 15 semanas, dependendo da localidade.

Todos os psíldeos coletados por métodos diretos e indiretos de amostragem foram armazenados em álcool 70% e posteriormente identificados até o nível de gênero e, quando possível, em nível de espécie. *Voucher* foram depositados no Museu Padre Jesus Santiago Moure, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, e no Naturhistorisches Museum Basel, Suíça.

Após a identificação taxonômica, contou-se o número de indivíduos adultos de cada espécie de psíldeo observados nas diferentes áreas amostradas, por espécie vegetal e método de amostragem. Para as culturas de batata, cenoura e pimenta, que apresentaram um mínimo de 15 datas de amostragem, calculou-se a constância (C) por meio da fórmula: $C = (p \times 100) / N$ onde: p = número de coletas contendo a espécie estudada e N = número total de coletas efetuadas (Silveira Neto et al, 1976). De acordo com os resultados para constância, as espécies foram classificadas como: constantes – presentes em mais de 50% das coletas; acessórias – presentes em 25-50% das coletas; acidentais – presentes em menos de 25% das coletas. Baseando-se no número de indivíduos coletados, calculou-se a frequência (F) de acordo com a fórmula: $F = (NI \times 100) / NTI$, onde NI = número de indivíduos capturados de uma espécie e NTI = número de indivíduos de todas as espécies (NTI).

Figura 1. Mapa do Brasil apresentando os Estados Federativos e Distrito Federal e localidades onde houve amostragem de psílídeos em cultivos olerícolas. O período de coletas foi de 12/09/2014 a 21/09/2016 nos seguintes cultivos: a – batata, b – berinjela, c – cenoura, d – fumo, e – jiló, f – pimenta, g – pimentão, h – repolho, i – salsa e salsão, j – tomate.

2.3. Resultados

Somando-se os dados de coleta de todas as áreas e métodos de amostragem foram coletados 2813 psílídeos, pertencentes a 20 gêneros: *Baccharopelma*, *Blastopsylla*, *Calinda*, *Caradocia*, *Ctenarytaina*, *Diaphorina*, *Diclidophlebia*, *Eucerosylla*, *Glycaspis*, *Heteropsylla*, *Isogonoceraia*, *Leurolophus*, *Macrocorsa*, *Mastigimas*, *Mitrapsylla*, *Paracarsidara*, *Platycorypha*, *Pseudophacopteron*, *Russelliana* e *Trioza* (Tabela 1 e 2). As espécies *Russelliana solanicola* Thuthill (Hemiptera: Psyllidae), *Russelliana capsici* Burckhardt (Hemiptera: Psyllidae) e *Isogonoceraia divergipennis* White & Hodkinson (Hemiptera: Psyllidae) foram as mais frequentes no total de coletas, representando 73,1; 3,5 e 10,1% do total de exemplares coletados, respectivamente (Tabela 1 e 2).

Em relação aos cultivos, considerando-se o número total coletado por métodos diretos de amostragem (rede entomológica, batida de planta e/ou inspeção visual), *R. capsici* foi a mais frequente (91,6%) dos espécimes coletados em pimenta (*Capsicum annum*), enquanto que *R.*

solanicola (95,1%) e *I. divergipennis* (85,4%) foram as espécies mais frequentes em cenoura e batata, respectivamente (Tabela 3). Com frequência bem mais baixa (<10%), outras espécies de psíldeos foram coletadas nesses cultivos, com destaque para *Mitropsylla* sp. em cenoura (3,3%) e *R. solanicola* em batata (9%) e pimenta (3,7%). Nenhum psíldeo foi coletado em cultivos de pimentão, repolho, salsa e tomate.

Entre as plantas daninhas amostradas, foram coletados adultos de *R. solanicola* com rede entomológica em *Bidens pilosa*, *Parthenium hysterophorus* e *Solanum americanum*, bem como de *Mytrapsylla* sp. em *Amaranthus* sp. e *Melampodium perfoliatum* (Tabela 1). A população de *R. solanicola* foi particularmente elevada em *P. hysterophorus*.

Com relação à constância de coleta pelos métodos diretos de amostragem, *I. divergipennis* mostrou ser uma espécie acidental em batata, assim como todas as demais espécies coletadas nessa cultura, com presença em apenas 2% das coletas (Tabela 3, 4 e 5). Em cenoura, *R. solanicola* e *Mitropsylla* sp. foram acessórias, com ocorrência em 25,8 e 41,9% das coletas, respectivamente, enquanto que as demais espécies foram acidentais. Em pimenta, apenas *R. capsici* foi classificada como constante (100% das coletas), sendo as demais espécies acidentais.

Em relação às coletas realizadas em bandeja amarela com água (nos cultivos de cenoura, batata, jiló e berinjela) não houve captura de *R. capsici*. A espécie *I. divergipennis* foi pouco coletada em cenoura e batata (1 e 2 indivíduos respectivamente), porém nos cultivos de jiló e berinjela foi a espécie mais frequente, com 157 e 31 exemplares coletados, respectivamente (Tabela 2). Já *R. solanicola* não foi coletada no cultivo de cenoura e teve poucos exemplares capturados em batata, jiló e berinjela (4, 1 e 1, respectivamente) (Tabela 2). Nos cultivos de batata, *Heteropsylla* cf. *cubana*, *Heteropsylla* sp., *Mitropsylla* sp., *Paracarsidara* sp. e *Platycorypha* sp. foram os psíldeos mais frequentes.

Tanto nos métodos diretos de coleta quanto no método de bandeja amarela com água os picos de coleta foram observados nos meses de setembro e outubro, incluindo a coleta de 1861 indivíduos de *R. solanicola* em cenoura em São José do Rio Pardo e de 76 exemplares de *I. divergipennis* em Casa Branca em 2015.

Além dos adultos listados na Tabela 1, foram encontrados imaturos em todas as plantas de pimenta onde foram coletados os adultos de *R. capsici*. Também se detectaram imaturos em plantas de cenoura (áreas 56 e 58 do Apêndice A), onde estavam presentes adultos de *R. solanicola*. Os imaturos encontrados em cenoura pertenciam a diversos instares, incluindo o quinto instar. Formas imaturas de *R. solanicola* também foram encontradas em plantas de *P. hysterophorus*.

Tabela 1. Soma de adultos de psilídeos coletados em diferentes cultivos e plantas de entorno, pelos métodos de batida de planta em bandeja branca (BP), inspeção visual de plantas (IV) e rede entomológica (RE), em áreas de produção de olerícolas nos estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná

Método de amostragem	Planta amostrada ^a	Espécie de psilídeo (No. de indivíduos ^b)
RE	<i>Amaranthus</i> sp. (51)	<i>Mitrapsylla</i> sp. (1)
	<i>Bidens pilosa</i> (5)	<i>Russelliana solanicola</i> (2)
	<i>Daucus carota</i> (27, 36, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 61, 62, 81, 82, 106)	<i>Heteropsylla</i> sp. (1), <i>Mitrapsylla</i> sp. (69), <i>Paracarsidara</i> sp. (1), <i>Platycorypha</i> sp. (3), <i>Russelliana solanicola</i> (1965), <i>Calinda plaumanni</i> (1), <i>Isogonoceraia divergipennis</i> (25), <i>Eucersopsylla</i> sp. (1)
	<i>Eucalyptus</i> sp. (2)	<i>Blastopsylla occidentalis</i> (1)
	<i>Melampodium perfoliatum</i> (5)	<i>Mitrapsylla</i> sp. n. (1)
	<i>Nicotiana tabacum</i> (92)	<i>Isogonoceraia divergipennis</i> (1)
	<i>Petroselinum crispum</i> (103)	<i>Mitrapsylla</i> sp. (1)
	<i>Parthenium hysterophorus</i> (104, 105)	<i>Russelliana solanicola</i> (70)
	<i>Solanum americanum</i> (7)	<i>Russelliana solanicola</i> (1)
	<i>Solanum melongena</i> (23)	<i>Baccharopelma dracunculifolia</i> (1), <i>Mitrapsylla</i> sp. (1)
	<i>Solanum tuberosum</i> (21, 38, 55, 59, 108)	<i>Mitrapsylla</i> sp. (2), <i>Platycorypha</i> sp. (1), <i>Calinda</i> sp. n. (1), <i>Calinda plaumanni</i> (1), <i>Isogonoceraia divergipennis</i> (76), <i>Russelliana solanicola</i> (7)
	<i>Solanum tuberosum</i> (1)	<i>Russelliana solanicola</i> (1)
	<i>Capsicum annuum</i> (1, 98, 109)	<i>Isogonoceraia divergipennis</i> (1), <i>Russelliana capsici</i> (60), <i>Russelliana solanicola</i> (3)
IV	<i>Capsicum annuum</i> (1)	<i>Blastopsylla occidentalis</i> (1), <i>Heteropsylla</i> sp. (2), <i>Isogonoceraia divergipennis</i> (1), <i>Russelliana capsici</i> (38), <i>Russelliana solanicola</i> (1)
BP	<i>Solanum gilo</i> (1)	<i>Heteropsylla</i> sp. (1)

^aEntre parênteses está indicado o número da coleta, cujas informações sobre a área, localização, datas e métodos de amostragem estão apresentadas no Apêndice A.

^bNúmero entre parênteses representa a soma de espécimes de psilídeos coletados por espécie vegetal nas áreas amostradas, usando-se o referido método.

Tabela 2. Soma de adultos de psílídeos coletados em diferentes cultivos olerícolas por bandeja amarela com água (AA) em áreas nos estados de Minas Gerais e São Paulo

Cultivo^a	Espécie de psílídeo (No. de espécimes^b)
<i>Daucus carota</i> (91)	<i>Heteropsylla</i> sp. (4), <i>Isogonoceraia divergipennis</i> (1), <i>Mitrapsylla</i> sp. (1), <i>Diclidophlebia</i> sp. (1), <i>Heteropsylla cf. cubana</i> (1)
<i>Solanum tuberosum</i> (12, 88, 89, 90)	<i>Blastopsylla occidentalis</i> (5), <i>Caradocia longiantennata</i> (1), <i>Caradocia</i> sp. (2), <i>Ctenarytaina spatulata</i> (2), <i>Diaphorina citri</i> (1), <i>Diclidophlebia crassiflagellata</i> (1), <i>Euceropsylla</i> sp. (2), <i>Glycaspis brimblecombei</i> (1), <i>Heteropsylla cf. cubana</i> (48), <i>Heteropsylla</i> sp. (20), <i>Isogonoceraia divergipennis</i> (2), <i>Leurolophus oriformae</i> (1), <i>Macrocorsa beeryi</i> (3), <i>Mastigimas anjosi</i> (3), <i>Mitrapsylla</i> sp. (34), <i>Mitrapsylla</i> sp. n. (1), <i>Paracarsidara</i> sp. (57), <i>Platycorypha</i> sp. (29), <i>Pseudophacopteron longicaudatum</i> (2), <i>Russelliana solanicola</i> (4), <i>Trioza</i> sp. (1), <i>Trioza tabebuiae</i> (5)
<i>Solanum gilo</i> (1)	<i>Euceropsylla martorelli</i> group (5), <i>Euceropsylla</i> sp. (6), <i>Heteropsylla</i> sp. (14), <i>Isogonoceraia divergipennis</i> (157), <i>Mitrapsylla</i> sp. n. (2), <i>Russelliana solanicola</i> (1), <i>Trioza tabebuiae</i> (1), <i>Euceropsylla russoi</i> group (2), <i>Mitrapsylla</i> sp. (1)
<i>Solanum melongena</i> (1)	<i>Blastopsylla occidentalis</i> (2), <i>Euceropsylla martorelli</i> group (2), <i>Glycaspis brimblecombei</i> (1), <i>Heteropsylla</i> sp. (3), <i>Isogonoceraia divergipennis</i> (31), <i>Isogonoceraia</i> sp. (1), <i>Mastigimas anjosi</i> (1), <i>Mastigimas</i> sp. (6), <i>Platycorypha</i> sp. (1), <i>Russelliana solanicola</i> (1)

^aEntre parênteses está indicado o número da coleta, cujas informações sobre a área, localização e período de amostragem estão apresentadas no Apêndice A.

^bNúmero entre parênteses representa a soma de espécimes de psílídeos coletados durante o período total de amostragem no referido cultivo, em todas localidades.

Tabela 3. Constância e frequência de captura de espécies de psilídeos em batata por meio de rede de varredura, batida de plantas e/ou inspeção visual em diferentes estados da região centro-sul do Brasil, durante setembro/2014 a setembro/2016.

Espécie	Goiás (GO)		Minas Gerais (MG)		São Paulo (SP)		Paraná (PR)		Santa Catarina (SC)		Total		Constância (%) ^c	Frequência (%) ^d
	NC ^a	NI ^b	NC	NI	NC	NI	NC	NI	NC	NI	NC	NI		
<i>Calinda plaumanni</i>	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1	2,08	1,12
<i>Calinda</i> sp. n.	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	2,08	1,12
<i>Isogonoceraia divergipennis</i>	-	-	-	-	1	76	-	-	-	-	1	76	2,08	85,39
<i>Mitrapsylla</i> sp.	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2,08	2,25
<i>Platycorypha</i> sp.	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2,08	1,12
<i>Russelliana solanicola</i>	-	-	-	-	2	8	-	-	-	-	2	8	4,17	9,00
No. Total de coletas	2	-	23	-	14	-	7	-	2	-	48	-	-	-
No. Total de indivíduos	-	3	-	1	-	84	-	1	-	0	-	89	-	-

^aNC: número de coletas em que a espécie foi capturada.

^bNI: número de indivíduos coletados.

^cConstância: percentual de coletas em que a espécie foi capturada no total das coletas.

^dFrequência: percentual de indivíduos capturados em relação ao total de todas as espécies de psilídeos.

Localidades amostradas por estado onde foram coletadas psilídeos: GO – Campo Alegre de Goiás; MG – Cristina; SP – Casa Branca e Piracicaba; PR – Castro.

Tabela 4. Constância e frequência de captura de espécies de psílídeos em cenoura por meio de rede de varredura, batida de plantas e/ou inspeção visual em diferentes estados da região centro-sul do Brasil, durante setembro/2014 a setembro/2016.

Espécie	Goiás (GO)		Minas Gerais (MG)		São Paulo (SP)		Total		Constância (%) ^c	Frequência (%) ^d
	NC ^a	NI ^b	NC	NI	NC	NI	NC	NI		
<i>Calinda plaumanni</i>	-	-	1	1	-	-	1	1	3,23	0,05
<i>Euceropsylla</i> sp.	-	-	-	-	1	1	1	1	3,23	0,05
<i>Heteropsylla</i> sp.	1	1	-	-	-	-	1	1	3,23	0,05
<i>Isogonoceraia divergipennis</i>	-	-	-	-	5	25	5	25	16,13	1,21
<i>Mitrapsylla</i> sp.	2	62	1	1	5	6	8	69	25,81	3,34
<i>Paracarsidara</i> sp.	1	1	-	-	-	-	1	1	3,23	0,05
<i>Platycorypha</i> sp.	2	3	-	-	-	-	2	3	6,45	1,14
<i>Russelliana solanicola</i>	1	1	6	79	6	1885	13	1965	41,93	95,11
No. total de coletas	3	-	20	-	8	-	31	-	-	-
No. total de indivíduos	-	68	-	81	-	1917	-	2066	-	-

^a NC: número de coletas em que a espécie foi capturada.

^b NI: número de indivíduos coletados.

^c Constância: percentual de coletas em que a espécie foi capturada no total das coletas.

^d Frequência: percentual de indivíduos capturados em relação ao total de todas as espécies de psílídeos.

Localidades amostradas por estado: GO - Cristalina; MG - Cabeceira Grande, Maria da Fé, Perdizes, Rio Paranaíba e Santa Juliana; SP - Casa Branca, Ibiúna e São José do Rio Pardo.

Tabela 5. Constância e frequência de captura de espécies de psilídeos em pimenta por meio de rede de varredura, batida de plantas e/ou inspeção visual em diferentes estados da região centro-sul do Brasil, durante setembro/2014 a setembro/2016.

Espécie	Minas Gerais (MG)		São Paulo (SP)		Total		Constância (%) ^c	Frequência (%) ^d
	NC ^a	NI ^b	NC	NI	NC	NI		
<i>Blastopsylla occidentalis</i>	-	-	1	1	1	1	6,67	0,93
<i>Heteropsylla</i> sp.	-	-	2	2	2	2	13,33	1,87
<i>Isogonoceraia divergipennis</i>	-	-	2	2	2	2	13,33	1,87
<i>Russelliana capsici</i>	1	4	14	94	15	98	100	91,59
<i>Russelliana solanicola</i>	-	-	3	4	3	4	20	3,74
No. total de coletas	1	-	14	-	15	-	-	-
No. total de indivíduos	-	4	-	104	-	107	-	-

^a NC: número de coletas em que a espécie foi capturada.

^b NI: número de indivíduos coletados.

^c Constância: percentual de coletas em que a espécie foi capturada no total das coletas.

^d Frequência: percentual de indivíduos capturados em relação ao total de todas as espécies de psilídeos.

Localidades amostradas por estado: MG - Santa Juliana; SP – Piracicaba.

2.4. Discussão

Anteriormente pouco conhecidos na agricultura, algumas espécies de psílídeos têm emergido como pragas de grande importância, principalmente pela capacidade de transmitir fitopatógenos. Em olerícolas, *B. cockerelli* é o psílídeo de maior destaque por transmitir a bactéria de floema CaLsol, que está associada a doenças impactantes em batata e outras solanáceas nas Américas do Norte e Central e na Nova Zelândia (Liefting et al, 2008; Munyaneza, 2012). Com a detecção de haplótipos de CaLsol infectando apiáceas na Europa (Munyaneza et al, 2010b; Nelson et al, 2011) e risco de disseminação dessa bactéria por tubérculos e sementes (Pitman et al, 2011; Bertolini et al, 2015; Loiseau et al, 2017), tornou-se importante o estudo da composição de espécies de psílídeos presentes em diversas olerícolas e identificação de potenciais vetores em regiões já afetadas ou sob risco de introdução do patógeno.

No norte da Europa, *Trioza apicalis* foi identificada como vetora de CaLsol em cenoura (Munyaneza et al, 2010a). Em cultivos de aipo, cenoura e batata na Espanha, Teresani et al (2015) encontraram exemplares de cinco gêneros de psílídeos (*Bactericera*, *Trioza*, *Psylla*, *Ctenarytaina* e *Cacopsylla*), sendo que três espécies de *Bactericera* [*B. trigonica*, *B. tremblayi* (Wagner) e *B. nigricornis* (Foerster)] se mostraram potenciais vetoras por estarem carregando naturalmente a bactéria CaLsol, embora até o momento somente *B. trigonica*, seja considerada vetor em cenoura (Alfaro-Fernández et al, 2012; Antolinez et al, 2017). Na Nova Zelândia, levantamentos extensivos têm sido realizados e uma lista das espécies de psílídeos presentes foi atualizada pela necessidade de saber quais espécies ocorrem naquele país e para detectar novas introduções (Martoni et al, 2016). A nova lista indica a presença das espécies exóticas *B. cockerelli*, que transmite ‘*Ca. L. solanacearum*’ (Teulon et al, 2009) e *Acizzia solanicola* Morris, a qual associada a uma nova liberibactéria ainda não detectada como fitopatôgena, ‘*Ca. L. brunswickensis*’ na Austrália (Morris et al, 2017). *A. solanicola* também tem sido investigada como um potencial vetor de CaLsol (Valenzuela et al, 2017).

No presente levantamento, que foi realizado com diferentes métodos de amostragem em várias áreas produtoras de olerícolas no Brasil, nenhuma das espécies exóticas e já conhecidas como vetores de CaLsol foi observada. Entretanto, foram constatadas diversas espécies de psílídeos pertencentes a 20 gêneros, com destaque para *R. solanicola*, *R. capsici* e *I. divergipennis* que foram as mais frequentes. Das oito famílias dentro da Superfamília Psylloidea descritas (Aphalaridae, Carsidaridae, Calophyidae, Homotomidae, Liviidae, Phacopteronidae, Psyllidae e Triozidae) (Burckhardt & Ouvrard, 2012), sete foram

representadas por algum exemplar deste trabalho. Muitos indivíduos foram identificados somente em nível de gênero, por dificuldade em visualizar alguma característica importante na identificação, mas também porque existem muitas espécies ainda não descritas dentro deste grupo no Brasil (provavelmente 90%) (Burckhardt & Queiroz, 2012).

Os gêneros de psíldeos coletados neste trabalho foram relatados por Burckhardt & Queiroz (2012) se alimentando de plantas de diversas famílias botânicas. O gênero *Russelliana* tem como hospedeiras plantas da família Solanaceae, grupo considerado sob risco de contaminação por CaLsol (Burckhardt & Queiroz, 2012). Os demais gêneros utilizam como hospedeiras plantas pertencentes as famílias Anacardiaceae, Asteraceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Myrtaceae e Rutaceae (Burckhardt & Queiroz, 2012). Sendo assim, é pouco provável que a maioria dos exemplares coletados durante este levantamento realmente tenham utilizado as plantas olerícolas onde foram coletados como hospedeiras, sendo provável a sua coleta acidental. Exemplo disso é a espécie *I. divergipennis* a qual tem somente *Poincianella pluviosa* (Fabaceae) como hospedeira conhecida (Burckhardt & Queiroz, 2012; Mazzardo et al, 2016). Essa espécie foi a segunda mais coletada no estudo, porém, ocorreu acidentalmente em batata (em apenas 2% das coletas), cultivo onde foi a espécie mais frequente. A coleta acidental de uma espécie de psíldeo em uma planta não hospedeira pode ser decorrente de uma movimentação populacional, ou da presença de plantas hospedeiras próximas das áreas de coleta.

Houve diferenças significativas no perfil de espécies coletadas pelo método de bandeja com água em relação aos métodos de amostragem diretos. Bandeja amarela com água permitiu a coleta de uma maior diversidade de espécies, entretanto, as espécies mais coletadas em bandeja com água não foram as mais observadas diretamente sobre as plantas. As duas espécies mais frequentes em cenoura (*R. solanicola*) e batata (*I. divergipennis*) pelos métodos diretos de coleta não foram as mais coletadas pelo método de bandeja com água nessas duas culturas. Desta forma, várias espécies coletadas em bandeja com água são possíveis insetos em deslocamento, que não necessariamente pousam sobre a cultura ou colonizam a mesma.

A presença de formas imaturas de psíldeos em plantas olerícolas, o que permite inferir se uma espécie vegetal é hospedeira de desenvolvimento do inseto, foi constatada apenas para as espécies *R. capsici* e *R. solanicola* em pimenta e cenoura, respectivamente. *R. capsici* mostrou uma associação constante e específica com plantas de pimenta, sendo encontrada em todas as coletas realizadas em pimenta das variedades ‘biquinho’ ‘bode’ e ‘malagueta’. A não

observação de *R. capsici* em outras plantas amostradas é consistente com a hipótese de monofagia para esta espécie de psíldeo (Burckhardt et al, 2012).

Este é o primeiro relato de *R. solanicola* se alimentando e desenvolvendo em uma planta da família Apiaceae e de uma espécie de psíldeo colonizando a cultura de cenoura no Continente Americano (Burckhardt & Queiroz, 2012; Ouvrard et al, 2015; Munyaneza et al, 2016). De 2056 exemplares de *R. solanicola* coletados neste estudo, 95,6% foram capturados diretamente sobre plantas de cenoura, distribuídos em diferentes localidades dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. Este fato destaca a importância dessa espécie como potencial vetor de CaLsol, pela sua ampla ocorrência colonizando solanáceas na América do Sul, principalmente batata (Tenorio et al, 2000; Serbina et al, 2015) e agora também uma apiácea (cenoura). Solanaceae e Apiaceae são grupos de plantas olerícolas com várias espécies cultivadas suscetíveis a CaLsol, que têm atraído a maioria dos estudos de transmissão por psíldeos nos EUA e Europa (Munyaneza et al, 2016; Antolinez et al, 2017).

Embora *R. solanicola* seja relatada como praga de batata em países andinos e utilize batata como hospedeira de desenvolvimento de acordo com dados de literatura (Serbina et al, 2015; Tenorio et al, 2000), neste trabalho *R. solanicola* foi pouco frequente e acidental nesse cultivo, e imaturos desta espécie não foram encontradas. Por outro lado, observaram-se muitos adultos e imaturos de *R. solanicola* sobre a planta espontânea *P. hysterophorus* neste levantamento, indicando que tal planta serve como importante hospedeira alternativa do psíldeo em cultivos agrícolas. Nossos dados corroboram a hipótese de Syfert et al (2017) de que *R. solanicola* foi recentemente introduzida no Brasil, onde se desenvolve em plantas cultivadas e espontâneas, mas não na flora nativa.

As maiores coletas de psíldeos ocorreram durante os meses de setembro e outubro. Em pomares de citros do Estado de São Paulo, Yamamoto et al (2001) observaram a densidade mais alta da espécie *Diaphorina citri* também ocorreu no final da primavera e início do verão. O psíldeo da goiabeira, *Triozyda limbata* (Enderlein) (Hemiptera: Psyllidae) em estudo de flutuação populacional no Paraná ocorreu durante todos os meses do ano, porém com pico populacional em outubro (Dalberto et al, 2004). Em levantamento de *Glycaspis brimblecombei* Moore em *Eucalyptus* spp. em São Paulo o maior número de imaturos foi observado no mês de agosto, o que indica a geração de adultos no mês seguinte em grande quantidade (Ferreira et al, 2009). Essas grandes quantidades de psíldeos coletados durante a primavera indicam além de picos populacionais o aumento da movimentação de psíldeos nessa época do ano, e talvez até mesmo de eventos migratórios, o que poderia explicar os aumentos da coleta de diversas

espécies em nosso trabalho, as quais muitas vezes não estão relacionadas aos cultivos onde foram encontradas.

Levantamentos de psílídeos devem ser feitos periodicamente para analisar a presença de potenciais vetores de CaLsol em cultivos de olerícolas em regiões da América do Sul sujeitas ao risco de introdução do patógeno ou de espécies vetoras exóticas, especialmente *B. cockerelli*. As espécies de psílídeos de ocorrência mais frequente e que colonizam esses cultivos, tais como *R. solanicola* e *R. capsici*, devem ser investigadas mais detalhadamente quanto às suas plantas hospedeiras, comportamento alimentar, competência para transmitir CaLsol e eventual infecção natural por este patógeno, para a avaliação de seu potencial como vetores. Outras espécies de plantas nas quais houve coleta de adultos de *R. solanicola*, tais como *C. annuum*, *S. gilo*, *S. melongena*, *S. americanum* e *Bidens pilosa*, devem ser investigadas como possíveis hospedeiras dessa espécie de psílídeo, que é considerada polífaga (Serbina et al, 2015). Aquelas mais frequentemente visitadas, como é o caso *P. hysterophorus*, devem ser também investigadas como hospedeiras alternativas da bactéria.

2.5. Conclusões

- As espécies de psílídeos já conhecidas como vetoras de CaLsol em outras regiões do mundo, *B. cockerelli*, *B. trigonica* e *T. apicalis*, não ocorrem em cultivos de olerícolas nas regiões do Brasil onde este levantamento foi realizado.
- *R. capsici*, *R. solanicola* e *I. divergipennis* são as espécies mais frequentes em plantas de pimenta, cenoura e batata, respectivamente.
- *R. capsici* é de ocorrência contante em pimenta, enquanto que *R. solanicola* é uma espécie acessória em cenoura e *I. diverginnis* é acidental em batata.
- *R. capsici* e *R. solanicola* são espécies de psílídeos que utilizam olerícolas como hospedeiras no Brasil, desenvolvendo-se em pimenta e cenoura, respectivamente. A segunda espécie também se desenvolve em *Parthenium hysterophorus*, que é uma planta espontânea comum em cultivos de olerícolas.

Referências

- ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; SIVERIO, F.; CEBRIÁN, M. C.; VILLAESCUSA, F. J.; FONT, M. I. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' associated with *Bactericera trigona* – affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease*, v. 96, n. 4, p. 581, 2012.
- ANTOLINEZ, C. A.; FERERES, A.; MORENO, A. Risk assessment of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' transmission by the psyllids *Bactericera trigonica* and *B. tremblayi* from Apiaceae crops to potato. *Scientific Reports*, v. 7, n. 45534, p. 1-10, 2017.
- BERTOLINI, E.; TERESANI, G. R.; LOISEAU, M.; TANAKA, F. A. O.; BARBÉ, S.; MARTÍNEZ, C.; GENTIL, P.; LÓPEZ, M. M.; CAMBRA, M. Transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrot seeds. *Plant Pathology*, v. 64, n. 2, p. 276-285, 2015. DOI: 10.1111/ppa.12245
- BURCKHARDT, D.; BASSET, Y. The jumping plant-lice (Hemiptera, Psylloidea) associated with *Schinus* (Anacardiaceae): systematics, biogeography and host plant relationships. *Journal of Natural History*, v. 34, p. 57-155, 2000.
- BURCKHARDT, D.; OUVREARD, D. A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, v. 3509, p. 1-34, 2012.
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from Brazil. *Zootaxa*, v. 3571, p. 26-48, 2012.
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L.; REZENDE, M. Q.; QUEIROZ, E. C.; BOUVET, J. P. The capsicum psyllid, *Russelliana capsici* (Hemiptera, Psylloidea), a pest on *Capsicum annuum* (Solanaceae) in Argentina and Brazil. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, v. 85, p. 71-78, 2012. DOI: <http://doi.org/10.5169/seals-403040>
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L. Phylogenetic relationships within the subfamily Aphalarinae including a revision of *Limataphalara* (Hemiptera: Psylloidea: Aphalaridae). *Acta Musei Moraviae*, v. 98, n. 2, p. 35-56, 2013.
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L.; DROHOJOWSKA, J. Revision of the neotropical jumping plant-louse genus *Mastigimas* (Hemiptera, Psylloidea) attacking *Cedrela* and *Toona* species (Meliaceae). *Zootaxa*, v. 3745, p. 1-18, 2013. DOI: 10.11646/zootaxa.3745.1.1.
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): Resolving a semantic problem. *Florida Entomologist*, v. 97, n. 1, 2014.

- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L. The jumping plant-lice of the Neotropical genus *Tainarys* (Hemiptera: Psylloidea) associated with Anacardiaceae. *Zootaxa*, v. 4232, n. 4, p. 535-567, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4232.4.5>
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L. Four new neotropical *Trioza* species associated with Loranthaceae (Santalales) and comments on mistletoe inhabiting psyllids (Hemiptera, Psylloidea). *Alpine Entomology*, v. 1, p. 91-108, 2017. DOI: 10.3897/alpento.1.20905
- BUTLER, C. D.; TRUMBLE, J. T. The potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. *Terrestrial Arthropod Review*, v. 5, p. 87-111, 2012.
- DALBERTO, F. M. S.; MENEZES JUNIOR, A. O.; SIMÕES, H. C.; BENITO, N. P.; PITWAK, J. Flutuação populacional do psilídeo-da-goiabeira, *Triozyda limbata* (Hemiptera: Psyllidae) na região de Londrina, PR. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 25, n. 2, p. 87-92, 2004.
- FERREIRA, R. A.; BLAZIZA, A. A. B.; ANZOLIN, M. G.; FIRMINO-WINCKLER, D. C. Flutuação populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. no município de Garça, SP. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, n. 14, p. 29-46, 2009.
- HALL, D. G.; RICHARDSON, M. L.; AMMAR, E.; HALBERT, S. E.. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 146, n. 2, p. 207-223, 2013. DOI: 10.1111/eea.12025
- LOISEAU, M.; RENAUDIN, I.; COUSSEAU-SUHARD, P.; LUCAS, P. M.; FORVEILLE, A.; GENTIT, P. Lack of evidence of vertical transmission of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ by carrot seeds suggests that seed is not a major transmission pathway. *Plant Disease*, v. 101, n. 12, p. 2104-2109, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0531-RE>
- MACHADO, L.M.; BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L.; COSTA, E.C.; MACHADO, D.N.; PEDRON, L. First record of *Heteropsylla caldwelli* Burckhardt (Hemiptera: Psyllidae) from Brazil and its population dynamics on earpod tree in Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 61, p. 290-293, 2017.
- MALENOVSKÝ, I.; BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D.L.; ISAIAS, R.M.S.; OLIVEIRA, D.C. Descriptions of two new *Pseudophacopteron* species (Hemiptera: Psylloidea: Phacopteronidae) inducing galls on *Aspidosperma* (Apocynaceae) in Brazil. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, v. 55, n. 2, p. 513-538, 2015.

- MARTONI, F.; BURCKHARDT, D.; ARMSTRONG, K. An annotated checklist of the psyllids of New Zealand (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, v. 4144, n. 4, p. 556-574, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4144.4.6>
- MAZZARDO, T.; BARRETO, M. R.; PEZZINI, L. A.; SEDANO, A. D. B.; BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Registro de *Isogonoceraia divergipennis* White & Hodkinson associado a *Poincianella pluviosa* (Fabaceae) em Mato Grosso, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 83, p. 1-3, 2016. DOI: 10.1590/1808-1657000642014
- MORRIS, J.; SHILLER, J.; MANN, R.; SMITH, G.; YEN, A.; RODONI, B. Novel ‘*Candidatus Liberibacter*’ species identified in the Australian eggplant psyllid, *Acizzia solanicola*. *Microbial Biotechnology*, v. 10, p. 833-844, 2017. DOI: 10.1111/1751-7915.12707
- MUNYANEZA, J. E.; CROSSLIN, J. M.; UPTON, J. E. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with ‘Zebra Chip’, a New Potato disease in Southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*, v. 100, n. 3, p. 656-663, 2007.
- MUNYANEZA, J. E.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; GARCZYNSKI, S. F.; NISSINEN, A.; LEMMETTY, A. Association of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ with the psyllid *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Europe. *Journal of Economic Entomology*, v. 103, p. 1060-1070, 2010a.
- MUNYANEZA, J. E.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; GARCZYNSKI, S. F.; NISSINEN, A.; LEMMETTY, A. First report of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ in carrots in Europe. *Plant Disease*, v. 94, n. 5, p. 639, 2010b. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-5-0639A>
- MUNYANEZA, J. E. Zebra chip disease of potato: biology, epidemiology and management. *American Journal of Potato Research*, v. 89, n. 5, p. 329-350, 2012.
- MUNYANEZA, J. E.; SENGODA, V. G.; SUNDHEIM, L.; MEADOW, R. Survey of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” in carrot crops affected by the psyllid *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Norway. *Journal of Plant Pathology*, v. 96, n. 2, p. 397-402, 2014.
- MUNYANEZA, J. E.; MUSTAFA, T.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; HORTON, D. R. Assessing the likelihood of transmission of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ to carrot by potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Plos One*, v. 11, n. 8, p. 1-16, 2016.

- NELSON, W. R.; FISHER, T. W.; MUNYANEZA, J. E. Haplotypes of '*Candidatus* *Liberibacter solanacearum*' suggest long-standing separation. *European Journal of Plant Pathology*, v. 130, p. 5-12, 2011. DOI: 10.1007/S10658-010-9737-3
- OUVRARD, D.; CHALISE, P.; PERCY, D. M. Host-plant leaps versus host-plant shuffle: a global survey reveals contrasting patterns in an oligophagous insect group (Hemiptera, Psylloidea). *Systematics and Biodiversity*, v. 13, n. 5, p. 434-454, 2015.
- PERCY, D. M.; PAGE, R. D. M.; CRONK, Q. C. B. Plant-insect interactions: Double - dating associated insect and plant lineages reveals asynchronous radiation. *Systematic Biology*, v. 53, p. 120-127. DOI: 10.1080/10635150490264996
- PITMAN, A. R.; DRAYTON, G. M.; KRABERGUER, S. J.; GENET, R. A.; SCOTT, I. A. W. Tuber transmission of '*Candidatus* *Liberibacter solanacearum*' and its association with zebra chip on potato in New Zealand. *European Journal of Plant Pathology*, v. 129, p. 389-398, 2011.
- QUEIROZ, D. L.; BURCKHARDT, D.; MAJER, J. Integrated pest management of Eucalypt Psyllids (Insecta, Hemiptera, Psylloidea). In: Marcelo L. Larramendy, Sonia Soloneski (Org). *Integrated Pest management and Pest Control – Current and future tactics*. 1 ed. Rijeka, Croatia: In Tech, 2012. p. 385-412.
- SERBINA, L.; BURCKHARDT, D.; BIRKHOFER, K.; SYFERT, M. M.; HALBERT, S. E. The potato pest *Russelliana solanicola* Tuthill (Hemiptera: Psylloidea): taxonomy and host-plant patterns. *Zootaxa*, v. 4021, n. 1, 2015. DOI: 10.11646/zootaxa.4021.1.2
- SERBINA, L.; BURCKHARDT, D. Systematics, biogeography and host-plant relationships of the Neotropical jumping plant-louse genus *Russelliana* (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, v. 4266, n. 1, p. 1-114, 2017.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. *Manual de Ecologia dos Insetos*. Piracicaba: Editora Ceres, 1976. 419p.
- SINGH, G. Physiology of shoot gal formation and its relationship with juvenility and flowering in mango. *Acta Horticulturae*, v. 509, p. 803-810, 2000.
- SYFERT, M.M.; SERBINA, L.; BURCKHARDT, D.; KNAPP, S.; PERCY, D.M. Emerging new crop pests: ecological modelling and analysis of the south America potato psyllid *Russelliana solanicola* (Hemiptera: Psylloidea) and its wild relatives. *PLoS ONE*, v. 12, n. 1, 2017. doi:10.1371/journal.pone.0167764
- TENORIO, J.; CHUQUILLANQUI, C.; GARCIA, A.; GUILLÉN, M.; CHAVEZ, R.; SALAZAR, L. F. Symptomatology and effect on potato yield of a new virus transmitted through the psyllid *Russelliana solanicola*. *Fitopatología*, v. 38, p. 32-36, 2000.

- TERESANI, G.R.; BERTOLINI, E.; ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; MARTÍNEZ, C.; TANAKA, F.A.O.; KITAJIMA, E.W.; ROSELLÓ, M.; SANJUÁN, S.; FERRÁNDIZ, J.C.; LÓPEZ, M.M.; CAMBRA, M.; FONT, M.I. Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with a vegetative disorder of celery in Spain and development of a real-time PCR method for its detection. *Phytopathology*, v. 104, p. 804-811, 2014.
- TERESANI, G.; HERNÁNDEZ, E.; BERTOLINI, E.; SIVERIO, F.; MARROQUÍN, C.; MOLINA, J.; MENDONZA, A. H.; CAMBRA, M. Search for potencial vectors of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*': population dynamics in host crops. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015131-6551>
- TEULON, D. A. J.; WORKMAN, P. J.; THOMAS, K. L.; NIELSEN, M-C. *Bactericera cockerelli*: incursion, dispersal and current distribution on vegetable crops in New Zealand. *New Zealand Plant Protection*, v. 63, p. 136-144, 2009.
- VALENZUELA, I.; TREBICKI, P.; POWELL, K. S.; VEREIJSEN, J.; NORNG, S.; YEN, A. L. *Acizzia solanicola* (Hemiptera: Psyllidae) probing behaviour on two *Solanum* spp. and implications for possible pathogen spread. *PLoS ONE*, v. 12, n. 6, p. 1-17, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178609>
- YAMAMOTO, P. T.; PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na região norte do estado de São Paulo. *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 1, p. 165-170, 2001.

APÊNDICE

APÊNDICE A. Informações sobre áreas, datas e métodos de coleta, culturas e plantas amostradas em levantamento de psilídeos em áreas de produção de olerícolas na região Centro-Sul do Brasil, durante o período de 12/09/2014 a 21/09/2016.

Coleta No.	Localidade	Período ou data da amostragem	Produtor/ Cooperativa	Coordenadas		Alt (m)	Cultura principal	Plantas amostradas	Métodos de coleta*
				S	O				
1	Piracicaba SP	12/09/14 a 14/11/14	ESALQ/USP	22°42'48"	47°37'32"	538	<i>Solanum melongena</i>	<i>S. melongena</i> , <i>S. gilo</i> , <i>Capsicum annuum</i>	AA, RE, IV, BP
2	Campos Altos MG	18/11/14	Yukio Nakamuro	19°26'20"	46°13'40"	1183	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Eucalyptus</i> sp.	RE, BP
3	Rio Paranaíba MG	18/11/14	Marcos Miyazaki	19°16'30"	46°13'32"	1156	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>S. americanum</i> , <i>Nicandra physalodes</i> , <i>Dacus carota</i>	RE, BP
4	Rio Paranaíba MG	18/11/14	COOPADAP	19°15'51"	46°14'35"	1140	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE, BP
5	Tapiraí MG	19/11/14	Grupo Nascente	19°52'16"	46°16'11"	1255	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Melampodium perfoliatum</i>	RE, BP
6	Santa Juliana MG	20/11/14	Grupo Rocheto	19°17'12"	47°27'52"	1035	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Brachiaria decumbens</i>	RE, BP
7	Perdizes MG	20/11/14	Grupo Rocheto	19°19'03"	47°23'44"	1065	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>S. americanum</i> , <i>Brachiaria</i> sp.	RE, BP
8	Santa Juliana MG	20/11/14	Grupo Rocheto	19°21'56"	47°24'33"	990	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, BP
9	Santa Juliana MG	20/11/14	Grupo Rocheto	19°22'45"	47°23'46"	1055	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, BP
10	Pelotas RS	23/01/15	Sandra Kuhn	31°39'41"	52°25'50"	60	<i>S. lycopersicum</i>	<i>S. lycopersicum</i> , <i>S. melongena</i>	RE, BP
11	Itararé SP	21/01/15	UP/APTA	24°16'59"	49°13'05"	1200	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, BP
12	Campinas SP	19/01/15 a 08/05/15	Santa Elisa/IAC	22°51'30"	47°04'50"	694	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	AA
13	Campinas SP	19/01/15 a 08/05/15	Santa Elisa/IAC	22°51'30"	47°04'50"	694	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>S. lycopersicum</i>	AA
14	Ponta Grossa	17/03/15	Luiz Schebeski	25°02.56'	50°09.04'	812	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, BP

PR									
15	Ponta Grossa PR	17/03/15	Francisco Schebeski	25°12.45'	50°07.83'	803	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, BP
16	Palmas PR	18/03/15	Grupo Schebeski	26°33'04"	51°53'47"	1246	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Brachiaria</i> spp.	RE, BP
17	Água Doce SC	18/03/15	Grupo Schebeski	26°36'12"	51°47'09"	1219	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Raphanus</i> sp., <i>Brachiaria</i> spp.	RE, BP
18	Água Doce SC	18/03/15	Grupo Schebeski	26°46'06" "	51°44'05"	1274	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Raphanus</i> sp., <i>Brachiaria</i> spp., <i>N. physalodes</i>	RE, BP
19	Guarapuava PR	19/03/15	Moacir K. Aoyajui	25°17'08"	51°35'26"	971	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Ipomoea</i> sp.	RE, BP
20	Pinhão PR	19/03/15	Carlos Hasegawa	25°45'19"	51°40'37"	1085	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>Ipomoea</i> sp.	RE, BP
21	Castro PR	20/03/15	Osmar I. Okrebo	24°49'29"	49°53'45"	1000	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, BP
22	Castro PR	20/03/15	Osmar I. Okrebo	-	-	-	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, BP
23	Sorocaba SP	16/04/15 e 01/05/15	Claudenir	23°31'33" ,,	47°32'45"	579	<i>S. melongena</i>	<i>S. melongena</i> , <i>S. gilo</i> , <i>C. annuum</i>	RE
24	Perdizes MG	12/05/15	Grupo Rocheto	19°20'43"	47°23'20"	1025	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
25	Santa Juliana MG	12/05/15	Grupo Rocheto	19°17'34"	47°24'21"	1021	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
26	Santa Juliana MG	12/05/15	Grupo Rocheto	19°19'13"	47°26'11"	976	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
27	Rio Paranaíba MG	13/05/15	Leandro Fukuda	19°17'32"	46°09'16"	1164	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
28	Rio Paranaíba MG	13/05/15	Celio Tamekuni	-	-	-	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
29	Rio Paranaíba MG	14/05/15	Akio Tamekuni	-	-	-	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
30	Rio Paranaíba MG	14/05/15	COOPADAP	-	-	-	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
31	São Gotardo MG	14/05/15	Grupo Nascente	19°15'27"	46°02'60"	1100	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
32	Cambuí MG	28/05/15	João Carlos	22°34'14"	46°01'11"	900	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE

33	Pouso Alegre MG	28/05/15	Braz Lopes da Costa	22°21'15"	45°56'26"	894	<i>S. lycopersicum</i>	<i>S. lycopersicum</i>	RE
34	Pouso Alegre MG	28/05/15	Braz Lopes da Costa	22°21'15"	45°56'26"	894	<i>S. melongena</i>	<i>S. melongena</i>	RE, IV
35	Pouso Alegre MG	28/05/15	Braz Lopes da Costa	22°21'33"	45°56'36"	894	<i>C. annuum</i> (green pepper)	<i>C. annuum</i> (green pepper)	RE
36	Maria da Fé MG	03/06/15	Roberto T. da Silva	22°18'14"	45°22'48"	1200	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
37	Maria da Fé MG	03/06/15	Roberto T. da Silva	22°18'14"	45°22'48"	1200	<i>S. melongena</i>	<i>S. melongena</i>	RE
38	Cristina MG	03/06/15	José Paulo Rocha	22°18'00"	45°16'12"	1280	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
39	Pedralva MG	03/06/15	José A. da Silva	22°16'40"	45°23'40"	1381	<i>S. lycopersicum</i>	<i>S. lycopersicum</i>	RE
40	Pedralva MG	03/06/15	José A. da Silva	22°16'40"	45°23'40"	1381	<i>C. annuum</i> (green pepper)	<i>C. annuum</i> (green pepper)	RE
41	Cristina MG	03/06/15	Nestor P. da Silva	22°14'11"	45°20'59"	1213	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
42	Rio Paranaíba MG	05/08/15	Jorge Kiryu	19°20'19"	46°09'54"	1142	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
43	Rio Paranaíba MG	05/08/15	Jorge Kiryu	19°20'08"	46°09'35"	1148	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
44	Rio Paranaíba MG	05/08/15	Elcio Tamekuni	19°18'07"	46°15'43"	1139	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE, IV
45	Perdizes MG	06/08/15	Grupo Rocheto	19°21'44"	47°20'52"	1085	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
46	Perdizes MG	06/08/15	Grupo Rocheto	19°21'07"	47°21'36"	1087	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
47	Perdizes MG	06/08/15	Grupo Rocheto	-	-	-	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
48	Perdizes MG	06/08/15	Grupo Rocheto	19°28'35"	47°19'31"	1113	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
49	Maria da Fé MG	31/08/15 e 20/11/15	José Amarildo Luz	22°17'26"	45°20'01"	1351	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
50	Maria da Fé MG	31/08/15	Antonio C. de Campos	22°17'39"	45°21'26"	1326	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
51	Casa Branca SP	23/09/15	Samuel M. P. da Silva	21°45'44"	47°09'17"	696	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i> , <i>Amaranthus</i> sp., <i>S. americanum</i>	RE, IV

52	Casa Branca SP	23/09/15	Samuel M. P. da Silva	21°45'44"	47°09'17"	696	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
53	Casa Branca SP	23/09/15	Samuel M. P. da Silva	21°45'44"	47°09'17"	696	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
54	Casa Branca SP	23/09/15	Grupo Rocheto	21°44'11"	47°08'59"	660	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum, Nicandra physalodes</i>	RE
55	Casa Branca SP	23/09/15	Grupo Rocheto	21°45'23"	47°09'43"	695	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE, IV
56	São José do Rio Pardo SP	24/09/15	Robson Z. Paulino	21°41'01"	46°57'01"	709	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE, IV
57	São José do Rio Pardo SP	24/09/15	Paulo Celso Berteri	21°40'48"	46°57'39"	760	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
58	São José do Rio Pardo SP	24/09/15	Paulo Celso Berteri	21°40'48"	46°57'39"	760	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE, IV
59	Campo Alegre de Goiás GO	29/09/15	Massayuki Horigushi	17°18'01"	47°53'00"	946	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
60	Cristalina GO	30/09/15	Grupo Wehrmann	16°12'40"	47°28'18"	980	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
61	Cristalina GO	30/09/15	Grupo Wehrmann	16°13'08"	47°28'02"	981	<i>D. carota</i>	<i>D. carota, Sonchus sp., S. americanum</i>	RE, IV
62	Cristalina GO	30/09/15	Grupo Wehrmann	16°13'20"	47°28'09"	970	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE, IV
63	Cabeceira Grande MG	01/10/15	Grupo Igarashi	16°01'40"	47°16'52"	842	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
64	Cabeceira Grande MG	01/10/15	Grupo Igarashi	16°01'47"	47°16'48"	871	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
65	Unai MG	01/10/15	Grupo Igarashi	16°20'58"	47°08'12"	950	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
66	Cristalina GO	01/10/15	Grupo Igarashi	16°10'50"	47°31'16"	990	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
67	Paranapanema SP	08/10/15	RF Lavouras	23°32'21"	48°41'38"	648	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE

68	Paranapanema SP	08/10/15	RF Lavouras	23°33'13"	48°42'16"	671	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
69	Buri SP	08/10/15	Fernando Tsuyoshi	23°38'00"	48°35'20"	679	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
70	Buri SP	08/10/15	Tsuyoshi Oi	23°37'43"	48°36'09"	604	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
71	Buri SP	08/10/15	Tsuyoshi Oi	23°37'43"	48°36'09"	604	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
72	Buri SP	08/10/15	Tsuyoshi Oi	23°35'14"	48°34'08"	620	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
73	Buri SP	08/10/15	Tsuyoshi Oi	23°35'14"	48°34'08"	620	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
74	Santa Juliana MG	25/11/15	Grupo Maeda	19°17'57"	47°27'17"	1010	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
75	Santa Juliana MG	25/11/15	Grupo Maeda	19°17'59"	47°27'05"	1008	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
76	Santa Juliana MG	25/11/15	Grupo Maeda	19°17'43"	47°28'04"	1020	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
77	Santa Juliana MG	26/11/15	Grupo Rocheto	19°23'51"	47°24'45"	1050	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
78	Perdizes MG	26/11/15	Grupo Rocheto	19°27'00"	47°20'10"	1047	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
79	Perdizes MG	26/11/15	Grupo Bergamasco	19°27'08"	47°22'13"	1070	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
80	Perdizes MG	26/11/15	Grupo Bergamasco	19°23'48"	47°20'20"	1088	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
81	Perdizes MG	26/11/15	Grupo Bergamasco	19°23'48"	47°20'20"	1088	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
82	Perdizes MG	26/11/15	Grupo Bergamasco	19°23'40"	47°19'56"	1070	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
83	São José do Rio Pardo SP	09/12/15	Paulo Vedovato	21°40'41"	46°56'40"	749	<i>C. annuum (red pepper)</i>	<i>C. annuum (red pepper)</i>	RE
84	Casa Branca SP	09/12/15	Toninho Gomes	21°46'52" "	47°07'06"	720	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
85	Itararé SP	18/12/15	UP/APTA	24°16'59"	49°13'05"	1200	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
86	Itararé SP	18/12/15	UP/APTA	24°16'59"	49°13'05"	1200	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE

87	Palmeira PR	03/12/15	Evaldo Wedler	-	-	856	<i>Nicotiana tabacum</i>	<i>N. tabacum</i>	RE
88	Perdizes MG	13/08/15 a 30/10/15	Grupo Rocheto	-	-	-	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	AA
89	Perdizes MG	13/08/15 a 07/11/15	Grupo Rocheto	-	-	-	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	AA
90	Maria da Fé MG	06/10/15 a 03/11/15	José Amarildo Luz	22°17'26"	45°20'01"	1351	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	AA
91	Maria da Fé MG	08/09/15 a 28/10/15	José Amarildo Luz	22°17'26"	45°20'01"	1351	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	AA
92	Irati PR	03/12/15	Miguel Dombroski	25°28'48"	50°38'51"	928	<i>N. tabacum</i>	<i>N. tabacum</i>	RE
93	Araquari MG	01/03/16	Trebeschi S. <i>lycopersicums</i>	18°39'32"	48°08'59"	927	<i>S. lycopersicum</i>	<i>S. lycopersicum</i>	RE
94	Cascalho Rico MG	01/03/16	Trebeschi S. <i>lycopersicums</i>	18°39'01"	47°52'57"	968	<i>S. lycopersicum</i>	<i>S. lycopersicum</i>	RE
95	Perdizes MG	02/03/16	Grupo Rocheto	-	-	-	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
96	Perdizes MG	02/03/16	Grupo Rocheto	-	-	-	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
97	Santa Juliana MG	02/03/16	Grupo Rocheto	-	-	-	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
98	Santa Juliana MG	04/03/16	Horta urbana	19°18'33"	47°31'45"	938	<i>C. annuum</i>	<i>C. annuum</i>	IV
99	Ibiuna SP	11/05/16	CAISP	-	-	-	<i>Brassica oleraceae</i>	<i>B. oleraceae</i>	IV
100	Ibiuna SP	11/05/16	CAISP	-	-	-	<i>B. oleraceae</i>	<i>B. oleraceae</i>	IV
101	Ibiuna SP	11/05/16	CAISP	-	-	-	<i>B. oleraceae</i>	<i>B. oleraceae</i>	IV
102	Ibiuna SP	12/05/16	CAISP	23°43'15"	47°11'28"	860	<i>B. oleraceae</i>	<i>B. oleraceae</i>	IV
103	Ibiuna SP	12/05/16	Hissao Shimoda	23°43'17"	47°11'34"	873	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>P. crispum</i>	RE
104	Ibiuna SP	12/05/16	Tadao Suzuki	23°38'48"	47°10'18"	860	<i>Apium graveolens</i>	<i>A. graveolens, Parthenium hysterophorus</i>	RE
105	Ibiuna SP	12/05/16	Tadao Suzuki	23°38'48"	47°10'18"	860	<i>Apium graveolens</i>	<i>A. graveolens, Parthenium hysterophorus</i>	RE

106	Ibiuna SP	12/05/16	Marcio Hideriha	23°39'46"	47°20'54"	880	<i>D. carota</i>	<i>D. carota</i>	RE
107	Ibiuna SP	12/05/16	Marcio Hideriha	23°39'46"	47°20'54"	880	<i>B. oleraceae</i>	<i>B. oleraceae</i>	IV
108	Piracicaba SP	21/09/16	Area PACES/ESALQ	22°42'17"	47°38'03"	540	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>	RE
109	Piracicaba SP	21/09/16	ESALQ/USP	22°42'48"	47°37'32"	538	<i>C. annuum</i>	<i>C. annuum</i>	IV

3. PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA DE *Russelliana solanicola* TUTHILL E *Russelliana capsici* BURCKHARDT (HEMIPTERA: PSYLLIDAE)

RESUMO

Várias espécies de psíldeos são vetoras de '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' (CaLsol), bactéria associada com doenças emergentes em olerícolas. Este patógeno ainda não foi reportado na América do Sul, mas existem psíldeos nativos que podem atuar como vetores em caso de introdução, especialmente *Russelliana solanicola* Tuthill e *Russelliana capsici* Burckhardt (Hemiptera: Psyllidae), os quais são conhecidos por se alimentarem em olerícolas. O objetivo deste trabalho foi compreender melhor a relação de *R. solanicola* e *R. capsici* com plantas cultivadas sob risco de infecção por CaLsol e plantas espontâneas que poderiam ser fontes da bactéria ou do inseto. Para isso foram realizados testes com cinco plantas cultivadas [*Solanum tuberosum*, *Daucus carota*, *S. lycopersicum*, *Capsicum annum* (pimentão e pimenta)] e cinco espontâneas (*Amaranthus retroflexus*, *Nicandra physalodes*, *Parthenium hysterophorus*, *S. americanum* e *Bidens pilosa*) em relação à preferência de pouso e oviposição, sobrevivência e desenvolvimento ovo-adulto para as duas espécies. Observou-se que *R. solanicola* teve preferência por pousar e ovipositar em *D. carota* e *S. lycopersicum*, porém, a maior sobrevivência se deu em *D. carota* e *S. tuberosum*, plantas em que houve desenvolvimento ovo-adulto. Em espontâneas, *R. solanicola* pousou e sobreviveu mais em *P. hysterophorus*, *N. physalodes* e *S. americanum*, ovipositando mais nestas mesmas plantas além de *B. pilosa*. O desenvolvimento, no entanto, só ocorreu em *P. hysterophorus*, *N. physalodes* e *B. pilosa*. A espécie *R. capsici* preferiu pousar em *C. annum* (pimenta e pimentão) e *S. tuberosum*, mas os maiores valores de oviposição, sobrevivência e desenvolvimento ovo-adulto ocorreram em insetos em *C. annum* (pimenta e pimentão). Em relação às espontâneas, houve maior pouso e oviposição em *N. physalodes* e *S. americanum*, e nesta última os insetos apresentaram maior sobrevivência. Para *R. capsici* não houve desenvolvimento ovo-adulto nas plantas espontâneas testadas. A espécie *R. solanicola* mostrou maior potencial para a disseminação de CaLsol, pois apresentou propensão para pouso e desenvolvimento em várias olerícolas cultivadas e plantas espontâneas (*S. tuberosum*, *D. carota*, *N. physalodes*, *P. hysterophorus* e *B. pilosa*). *R. capsici* foi específica em relação a hospedeiros (desenvolvimento completo apenas em *C. annum*), mas pousou e ovipositou em outras plantas olerícolas, incluindo espécies hospedeiras de CaLsol.

Palavras-chave: Bactéria fitopatogênica; Potenciais vetores; Interação inseto-plantas

ABSTRACT

Many psyllid species are vectors of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' (CaLsol), a bacterium associated with emerging diseases in

vegetable crops. This pathogen has not yet been reported in South America, but there are native species of psyllids that could act as vectors in case of introduction, especially *Russelliana solanicola* Tuthill and *Russelliana capsici* Burckhardt (Hemiptera: Psyllidae), which are listed as feeders in vegetable crops. The objective of this study was better understanding the relationship of *R. solanicola* and *R. capsici* with cultivated plants at risk of CaLsol infection and spontaneous plants that could be sources of the bacterium or insect. Therefore, tests were carried out with five cultivated crops [*Solanum tuberosum*, *Daucus carota*, *S. lycopersicum*, *Capsicum annum* (green pepper and capsicum pepper)] and five common spontaneous plants (*Amaranthus retroflexus*, *Nicandra physalodes*, *Parthenium hysterophorus*, *S. americanum* and *Bidens pilosa*), relative to oviposition, survival and egg-adult development for both species. It was observed that *R. solanicola* preferred to settling and ovipositing in *D. carota* and *S. lycopersicum*, but the higher survival occurred in *D. carota* and *S. tuberosum*, plants in which there was egg-adult development. In spontaneous plants, *R. solanicola* settled and survived longer on *P. hysterophorus*, *N. physalodes* and *S. americanum*, and for posture, the highest values occurred in these same plants as well as in *B. pilosa*. The development, however, only occurred in the *P. hysterophorus*, *N. physalodes* and *B. pilosa*. *Russelliana capsici* preferred to settle in *C. annum* (capsicum pepper and green pepper) and *S. tuberosum*, but the highest values for oviposition, survival and where egg-adult development occurred was only in *C. annum* (capsicum pepper and green pepper). In relation to the spontaneous ones, there were greater settling and oviposition in *N. physalodes* and *S. americanum*, and the latter presented greater survival. There was no egg-adult development in any tested spontaneous plants. *Russelliana solanicola* species showed the highest potential for the dissemination of CaLsol, for presenting high propensity for settling and development in several vegetable cultures and spontaneous plants (*S. tuberosum*, *D. carota*, *N. physalodes*, *P. hysterophorus* and *B. pilosa*). *R. capsici* was host specific (complete development only *C. annum*), but settled and oviposited on other species of vegetable crops, including host species of CaLsol.

Keywords: Phytopathogenic bacterium; Potencial vectors; Interaction insect-plant

3.1. Introdução

Psilídeos (Hemiptera: Psylloidea) em geral são insetos fitófagos pouco estudados e no Brasil há poucos relatos de dano econômicos causados pelos mesmos em plantas cultivadas. No entanto, algumas espécies causam danos diretos importantes em mirtáceas, tais como *Ctenarytaina spatulata* Taylor e *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae) em florestas de *Eucalyptus* spp. (Santana et al, 2005; Queiroz et al, 2012), e *Triozoida* spp. (Hemiptera: Triozidae) em goiabeira (Barbosa, 2001).

Nas últimas décadas, insetos desse grupo ganharam maior destaque como vetores de fitopatógenos, tais como liberibactérias (*Candidatus Liberibacter*) e fitoplasmas (*Candidatus*

Phytoplasma’), que infectam o floema de plantas. O psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) apresenta grande importância por transmitir espécies de ‘*Candidatus Liberibacter*’ associadas à doença conhecida como Huanglongbing (HLB) em citros em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil (Hall et al, 2013). Em cultivos de olerícolas na América do Norte e Central, Europa e Nova Zelândia, ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CaLsol) está associada a doenças importantes em solanáceas e apiáceas, sendo conhecidos três psílídeos vetores, *Bactericera cockerelli* (Sulc), *Trioza apicalis* Förster e *Bactericera trigonica* Hodkinson (Hemiptera: Triozidae) (Munyaneza et al, 2007; Munyaneza et al, 2010a; Alfaro-Fernandes et al, 2012b). No Brasil ainda não há relatos de CaLsol, nem de seus psílídeos transmissores.

Há poucas informações sobre a ocorrência de psílídeos em olerícolas no Brasil, sendo conhecidas apenas duas espécies associadas, *Russelliana solanicola* Tuthill e *Russelliana capsici* Burckhardt (Hemiptera: Psyllidae) (Burckhardt & Queiroz, 2012; Capítulo 2). A espécie *R. capsici* foi descrita por Burckhardt (1987) com exemplares coletados em pimenta ‘biquinho’ (*Capsicum annuum*), em Piracicaba, SP. Burckhardt et al (2012) consideram *R. capsici* específica em relação ao hospedeiro, o que é comum aos psílídeos, e descrevem pela primeira vez o dano causado pelos imaturos à planta de pimenta como sendo o enrolamento, diminuição e dessecação das folhas, bem como o sintoma de “vassoura-de-bruxa”, caracterizado por superbrotamento. Estas deformações reduzem a área fotossintética da planta e altas infestações podem retardar o crescimento, causar queda prematura de folhas e até mesmo a morte de plantas. Os mesmos autores relatam que o sintoma de “vassoura-de-bruxa” pode ser causado por alguma liberibactéria ou fitoplasma, mas ainda não foram realizados testes para identificar a presença destes microrganismos nas plantas sintomáticas.

O psílídeo *R. solanicola* é considerado um inseto polífago e pode se alimentar de diversas solanáceas como tomate, pimentão e pimenta, além de outras famílias, tanto em plantas cultivadas como espontâneas (Serbina et al, 2015) e foi constatado em cenoura, batata, e outras espécies vegetais em levantamento realizado em diversas regiões produtoras de olerícolas no Brasil (Capítulo 2). A espécie é reportada como uma praga para a cultura da batata no Sul do Perú, sendo transmissora de isolados de um vírus não identificado (denominado SB26/29), para o qual a maioria dos híbridos e clones de batatas já testados se mostraram suscetíveis, produzindo sintomas de redução de crescimento, clorose e mosaico nas folhas, com diminuição da qualidade e perdas de rendimento entre 10 e 90% na primeira e segunda geração clonal (Tenorio et al, 2000; Chávez et al, 2003; Salazar, 2006). Apesar desse indício como vetor de um vírus, não existem relatos da presença de procariotos fastidiosos (fitoplasma e

liberibactérias) associados à doença no Peru ou que tenham sido detectados em *R. solanicola*. De acordo com Munyaneza e Henne (2012), mais pesquisas são necessárias para elucidar a identidade do vírus e outros patógenos potenciais que possam estar associados à *R. solanicola*.

A bactéria CaLsol é praga quarentenária no Brasil e pela possibilidade de disseminação por material propagativo infectado e vetores (Pitman et al, 2011; Bertolini et al, 2015; Loiseau et al, 2017; Thomas et al, 2011), há riscos de introdução desse patógeno no país. Por este motivo é interessante conhecer melhor a gama de plantas hospedeiras de psíldeos que estão associados a olerícolas no Brasil, tais como *R. solanicola* e *R. capsici*, que seriam potenciais vetores desta bactéria.

O objetivo deste trabalho foi compreender melhor a relação de *R. solanicola* e *R. capsici* com plantas cultivadas e espontâneas sob risco de infecção por CaLsol, as quais podem atuar como reservatório da bactéria e/ou desses potenciais vetores. Assim foram conduzidos ensaios de preferência para pouso e oviposição, desenvolvimento e sobrevivência desses insetos em diferentes espécies de olerícolas e plantas espontâneas.

3.2. Material e Métodos

3.2.1. Obtenção das plantas

As plantas escolhidas para os testes foram cinco cultivadas: batata ‘Atlantic’ (*Solanum tuberosum*), cenoura ‘Nativa’ (*Daucus carota*), pimenta ‘Biquinho’ (*Capsicum annuum*), pimentão ‘Cascadura Ikeda’ (*Capsicum annuum*), tomate ‘Santa Clara’ (*Solanum lycopersicum*), e cinco espontâneas: caruru (*Amaranthus retroflexus*), joá-de-capote (*Nicandra physalodes*), losna-branca (*Parthenium hysterophorus*), maria-pretinha (*Solanum americanum*) e picão-preto (*Bidens pilosa*). As espécies olerícolas foram escolhidas por estarem na lista de hospedeiras da bactéria CaLsol (batata, cenoura, pimentão e tomate) ou dos psíldeos testados (pimenta ‘biquinho’ é hospedeira de *R. capsici*). Já as plantas daninhas foram selecionadas por serem comuns nas regiões de plantio de olerícolas do Brasil.

As espécies cultivadas foram plantadas semanalmente em sementeiras de 98 células e as espontâneas em bandejas plásticas de 40 x 30 x 10 cm perfuradas no fundo, com substrato próprio para hortaliças (Tropstrato HT – Vida Verde). O transplante foi realizado após 15 dias do plantio no caso de cultivadas e quando atingiram aproximadamente 5 cm para plantas espontâneas para vasos de 400 ml contendo o mesmo tipo de substrato. Durante todo o processo, as plantas foram mantidas em estufas com tela anti-afídica, onde foram fertilizadas

semanalmente com aproximadamente 120 ml de solução nutritiva (Sulfato de magnésio = 0,83; nitrato de potássio = 0,36; MAP = 0,14; zinco = 0,02; cobre = 0,03; ferro = 0,09; nitrato de amônia = 0,08; nitrato de cálcio = 0,91 g/L) por vaso, até o período em que foram utilizadas nos ensaios, o que ocorreu quando as plantas tinham em torno de 10 cm (entre 3 e 6 folhas, dependendo da espécie vegetal). Para os ensaios de sobrevivência e desenvolvimento (os quais serão descritos a seguir), utilizou-se uma cobertura do substrato com areia de quartzo natural branca com pH neutro, para facilitar a visualização de insetos que caíssem nesta região.

3.2.2. Origem dos insetos

Os insetos utilizados para iniciar as criações de laboratório foram coletados em Piracicaba, SP, em plantas de pimenta ‘biquinho’ cultivadas na horta experimental do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, para a espécie *R. capsici*, e em plantas espontâneas de losna-branca no campus da ESALQ/USP para *R. solanicola*. Estas mesmas plantas foram utilizadas para a manutenção da criação das respectivas espécies de psílídeos, por já serem conhecidas como hospedeiras das mesmas (Burckhardt et al, 2012, Serbina et al, 2015).

Os psílídeos adultos trazidos do campo com o uso de aspirador entomológico clássico e foram colocados em gaiolas com estrutura de alumínio (32 x 32 x 50 cm) revestidas com tela anti-afídica e vedadas com espuma nas portas para evitar a fuga dos insetos (Oliveira et al, 2017). As espécies vegetais foram plantadas em vaso de 2L, com substrato próprio para olerícolas e três plantas por vaso, sendo colocados cinco vasos de cada espécie por gaiola. A cada sete dias 100 adultos foram transferidos com o auxílio de aspirador entomológico modificado (mangueira plástica transparente de aproximadamente 50 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro na qual uma das extremidades possui um tecido *voil* seguido por uma ponteira plástica de pipeta de 5 ml acoplada, onde os insetos ficavam retidos) para outras gaiolas com plantas novas para recomeçarem as posturas. As plantas com postura foram transferidas para novas gaiolas, onde permaneceram por até 30 dias, para a eclosão e desenvolvimento dos imaturos com a posterior emergência dos adultos, os quais foram utilizados para a montagem de novas gaiolas de postura.

3.2.3. Ensaio de preferência de pouso e oviposição

O ensaio foi montado para o estudo da preferência de pouso e oviposição de *R. solanicola* e *R. capsici*, separadamente, entre diferentes plantas cultivadas (pimenta, tomate, cenoura, batata e pimentão) e entre plantas espontâneas (picão-preto, losna-branca, joá-de-capote, caruru, maria-pretinha), sendo composto por uma planta de cada uma das cinco espécies de cada grupo.

As plantas foram dispostas aleatoriamente de maneira equidistante do centro de uma gaiola de observação (42 x 42 x 52 cm) (Lab Creation, Piracicaba – SP) (Figura 1), onde 80 psílídeos adultos (de uma mesma espécie para cada estudo), com até 10 dias após a emergência, foram liberados. Psílídeos obtidos na criação de laboratório foram transferidos com o auxílio de um aspirador entomológico clássico, sendo posteriormente o recipiente de coleta colocado em uma plataforma central, disposta aproximadamente 15 cm acima do topo das plantas. É importante destacar que este recipiente foi anteriormente enfaixado no exterior com fita isolante preta para evitar a penetração de luz, o que poderia influenciar a saída dos insetos. Após 0,5, 1, 3, 6, 24 e 48 h da liberação, foram contados o número de insetos pousados em cada planta com a finalidade de estabelecer a preferência para pouso e permanência. Para isso foi utilizado um espelho de 7 cm de diâmetro acoplado a uma haste de 30 cm, o qual era introduzido na gaiola através de uma pequena abertura no zíper permitindo observar os insetos pousados na parte abaxial ou mais interna das plantas. Após 48 h as plantas foram retiradas e o número de ovos foi contado. Foram realizadas entre 6 e 20 repetições por espécie psílídeo (*R. capsici* ou *R. solanicola*) x grupo de planta (cultivadas ou espontâneas), com delineamento de blocos casualizados.

Figura 1. Gaiolas utilizadas para o ensaio de preferência hospedeira de *R. solanicola* e *R. capsici* com destaque para a disposição das plantas e da plataforma de onde os insetos foram liberados no tempo zero.

3.2.4. Ensaio de sobrevivência de adultos, sem chance de escolha

Para o ensaio de sobrevivência de adultos, gaiolas de acetato (22 cm de altura por 9,3 cm de diâmetro) com duas aberturas cobertas com tecido do tipo *voil* (para ventilação) e uma para inserção dos insetos foram montadas (Figura 2). Posteriormente, 20 insetos não sexados das espécies testadas (*R. solanicola* ou *R. capsici*) com até 72 h após a emergência foram confinados sobre uma planta de cada espécie (descritas no item 3.2.1), no interior das gaiolas. A avaliação de quantos insetos haviam morrido ocorreu a cada 24 h, observando-se os insetos caídos no solo e por toque com pincel (para verificar movimentação) no caso de insetos na planta em posição diferente da usual de pouso ou alimentação.

Houve troca das plantas a cada 7 dias, por uma planta da mesma espécie. O experimento foi desenvolvido em sala climatizada [$T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\text{UR} = 70\% \pm 10\%$, fotoperíodo = 14: 10 h (claro:escuro)].

Realizaram-se 10 repetições (gaiolas) para cada espécie de psílídeo x espécie de planta, em um delineamento inteiramente casualizado.

3.2.5. Ensaio de desenvolvimento de imaturos, sem chance de escolha

Para a análise de desenvolvimento de imaturos, avaliaram-se as mesmas espécies de plantas cultivadas e daninhas descritas em 3.2.1, utilizando-se entre 10 e 11 repetições por espécie vegetal, em delineamento inteiramente casualizado. Em gaiolas do tipo *clipcage* (Figura 3), dois casais de cada espécie de psílídeo testada foram confinados por 48 h para realizarem oviposição em uma folha da planta, marcada com uma fita. Após este período os adultos foram retirados, os ovos foram contados e as plantas foram mantidas em sala climatizada [$T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\text{UR} = 70\% \pm 10\%$, fotoperíodo = 14: 10 h (claro: escuro)] durante seis dias. No sexto dia contou-se o número de ovos presentes nas plantas e, por subtração do número inicial, calculou-se o número de imaturos que eclodiram. As plantas foram então protegidas com gaiolas de acrílico como as da Figura 1, porém, com tamanho diferenciado (altura de 32,5 ou 65 cm), dependendo do crescimento da planta, e 12,5 de diâmetro) e mantidas em estufa com tela anti-afídica. Após 21, 26, 31 e 36 dias da data de retirada dos adultos em oviposição, contou-se o número de imaturos presentes e de adultos que emergiram por planta.

Figura 2. Gaiola utilizada para, o ensaio de sobrevivência de adultos de *Russelliana solanicola* ou *Russelliana capsici*, sem chance de escolha, em diferentes plantas cultivadas ou espontâneas.

Figura 3. Clipcage utilizada para conter os casais de *Russelliana solanicola* ou *Russelliana capsici* nas plantas cultivadas ou espontâneas testadas para o ensaio de desenvolvimento de imaturos.

3.2.6. Análise estatística

Para a análise dos dados de preferência, considerando os diversos grupos de espécies de plantas daninhas e cultivadas, foram utilizados os modelos dos logitos generalizados, uma abordagem multivariada dos modelos lineares Generalizados (Nelder & Weddburn, 1972) para respostas politômicas. Para tanto, assume-se que o vetor de frequências $Y_{ij} = (Y_{ij1}, Y_{ij2}, \dots, Y_{ijC})'$, em que Y_{ijk} representa a contagem na i -ésima gaiola, no j -ésimo tempo e na k -ésima categoria, segue uma distribuição multinomial.

O modelo dos logitos generalizados (Agresti, 2010) é uma extensão da regressão logística para dados binários, cujo objetivo é modelar as probabilidades associadas a cada uma das categorias de espécies dado o tempo. Para efeito de análise, a categoria "nenhum" (aqui, denotada por "C") foi fixada como referência. Assim o modelo dos logitos generalizados considera os C-1 logitos tais que:

$$\eta_{ijk} = \log\left(\frac{\pi_k}{\pi_C}\right) = \beta_{0k} + \beta_{kj} \text{ tempo}_{kj} \quad (1)$$

onde $i = 1, 2, \dots, 20$, $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ tempos; $k = 1, 2, 3, \dots, C-1$

A análise foi feita no *software* R (R Core Team, 2017) por meio do pacote *nnet* (Venables & Ripley, 2002) e a seleção de modelos foi baseada no critério da razão de verossimilhanças (RV). No tempo de avaliação de 48 h, a diferença entre os tratamentos foi avaliada através da diferença entre os intervalos de confiança das estimativas.

Aos dados de número de ovos, foram ajustados modelos lineares generalizados do tipo binomial negativo (McCullagh & Nelder, 1989), incluindo os efeitos de bloco e espécie de planta (tratamentos) no preditor linear. A significância do efeito de tratamento foi avaliada por meio do teste F. Comparações múltiplas foram feitas por meio da obtenção dos intervalos de confiança de 95% para os preditores lineares. Quando todas as observações de um tratamento consistiam apenas de zeros, estas foram removidas da análise, pois em nada contribuíam para a variância dos dados.

Os dados do ensaio de desenvolvimento foram analisados através do modelo Quasi-Poisson (McCullagh & Nelder, 1989) onde foram ajustados os dados de contagem (número de ovos, imaturos e adultos) incluindo o tipo de planta no preditor linear. Os modelos de Quasi-binomial foram ajustados para os dados de proporção (viabilidade de ovos) incluindo o tipo de planta no preditor linear. A significância do efeito do tratamento (tipo de planta) foi avaliada usando o teste F, porque o parâmetro de dispersão foi estimado. Comparações múltiplas foram

feitas por meio da obtenção dos intervalos de confiança de 95% para os preditores lineares. Quando todas as observações de um tratamento consistiam apenas de zeros, estas foram removidas da análise, pois em nada contribuíam para a variância dos dados. A qualidade do ajuste foi avaliada por meio de gráficos meio-normais com envelopes de simulação (Demétrio et al, 2014).

O modelo de riscos proporcionais de Cox foi ajustado aos dados de sobrevivência incluindo os efeitos da planta e um termo de fragilidade para cada unidade experimental, uma vez que as observações realizadas dentro da mesma unidade experimental estão correlacionadas. A significância do efeito da planta foi avaliada através de testes de razão de verossimilhança (RV).

Todas as análises foram feitas no software R (R Core Team, 2017).

3.3. Resultados

3.3.1. Preferência de pouso e oviposição

Para *R. solanicola*, no modelo referente à preferência de pouso o efeito de tempo foi significativo tanto para plantas cultivadas (RV=679,68; $P < 0,0001$; g.l.= 25) como para plantas espontâneas (RV = 941,67; $P < 0,0001$; g.l. = 25), com maiores valores de pouso ocorrendo na última avaliação. As estimativas das probabilidades do modelo são apresentadas na Figura 4. Ao analisar somente o tempo 48 h por meio dos intervalos de confiança, percebe-se que cenoura propiciou maiores probabilidades de pouso, sendo seguida por tomate. Para espontâneas, losna-branca, joá-de-capote e maria-pretinha foram as plantas onde mais o inseto pousou (Figura 4).

No modelo referente à preferência de pouso para *R. capsici*, o efeito de tempo foi significativo tanto para plantas cultivadas (RV = 349,36; $P < 0,0001$; g.l. = 25) como para plantas espontâneas (RV = 83,21; $P < 0,0001$; g.l. = 25), com maiores valores de pouso ocorrendo na última avaliação (Figura 4). Ao analisar somente o tempo 48 h por meio dos intervalos de confiança percebe-se que pimenta, pimentão e batata propiciaram as maiores proporção de pouso entre as plantas cultivadas (Figura 4). Já entre plantas espontâneas, maria-pretinha e joá-de-capote apresentaram as maiores probabilidades de pouso, sendo seguidas por picão-preto (Figura 4). Não houve pouso em losna-branca e caruru na avaliação de 48 h.

O valor médio de oviposição em plantas cultivadas para *R. solanicola* variou entre os tratamentos ($F_{4,76}=16,28$; $P < 0,001$), sendo superior para cenoura e tomate ($47,7 \pm 8,8$ e $25,4 \pm 9,7$ ovos respectivamente) (Figura 5). Em plantas espontâneas também houve diferença entre

os tratamentos ($F_{3,57} = 22,27$; $P < 0.001$), sendo a oviposição superior para losna-branca ($102,4 \pm 22,1$ ovos) (Figura 5).

Para a espécie *R. capsici*, o valor médio de oviposição em plantas cultivadas foi diferente entre os tratamentos ($F_{3,33} = 5,42$; $P = 0,0010$), sendo superior para pimenta e pimentão ($56,1 \pm 20,2$ e $66,8 \pm 33,1$ ovos respectivamente) (Figura 5). Entre plantas espontâneas, joá-de-capote e maria-pretinha (únicas plantas onde houve oviposição) foram iguais em relação à média de oviposição ($15,5 \pm 6,5$ e $22,2 \pm 7,0$ ovos respectivamente) (Figura 5).

Figura 4. Probabilidades estimadas de pouso de *Russelliana solanicola* e *Russelliana capsici* em diferentes plantas cultivadas e espontâneas analisadas em seis tempos de avaliação após a liberação dos insetos no ensaio de escolha. Análise por meio de modelos de logitos generalizados. Comparação usando-se intervalos de confiança para as estimativas no tempo 48 h, sendo que letras iguais não diferem nas proporções entre os tratamentos com 95% de significância.

Figura 5. Número médio de ovos ($\pm$ erro padrão) depositados por *Russelliana solanicola* e *Russelliana capsici* em diferentes plantas cultivadas e espontâneas com chance de escolha após 48h de avaliação. Dados analisados através de modelos lineares generalizados do tipo binomial negativo. Comparações múltiplas feitas por meio da obtenção dos intervalos de confiança de 95% para os preditores lineares, sendo médias seguidas pela mesma letra iguais estatisticamente.

3.3.2. Sobrevivência de adultos

A sobrevivência média de *R. solanicola* em plantas cultivadas teve efeito do tratamento (RV = 176,99; $P < 0,0001$; g.l. = 4) e foi superior em cenoura ($4,4 \pm 0,2$ dias) e batata ($3,4 \pm 0,2$ dias) em relação aos demais tratamentos (Figura 6). Houve efeito do tratamento para as plantas espontâneas (RV = 501,32; $P < 0,0001$; g.l. = 4) sendo a sobrevivência superior em maria-pretinha, losna-branca e joá-de-capote ($14,6 \pm 1,1$, $13,1 \pm 0,9$ e $12,3 \pm 0,9$ dias respectivamente) do que em picão-preto ($2,9 \pm 0,1$ dias) e caruru ($2,4 \pm 0,1$ dias) (Figura 6).

Para *R. capsici*, a sobrevivência média de adultos em plantas cultivadas teve influência do tratamento (RV = 226,71; $P < 0,0001$; g.l. = 4), e foi superior em pimentão ($8,3 \pm 0,5$ dias) e pimenta ($7,9 \pm 0,5$ dias) que nos demais tratamentos (Figura 6). Em plantas espontâneas houve efeito do tratamento (RV = 524,23; $P < 0,0001$; g.l. = 4) e a média de sobrevivência foi superior em maria-pretinha ($11,9 \pm 0,6$ dias), seguida por joá-de-capote ($5,9 \pm 0,3$ dias), e inferior em caruru ($2,8 \pm 0,1$ dias) (Figura 6).

Figura 6. Sobrevivência (Dias) (média $\pm$ erro padrão) de adultos de *Russelliana solanicola* e *Russelliana capsici* em plantas cultivadas e espontâneas. Dados analisados através de modelos de risco proporcionais de Cox. Significância do efeito planta analisado através de testes de razão de verossimilhança.

3.3.3. Desenvolvimento

O número médio de ovos de *R. solanicola* foi superior em cenoura ($26,4 \pm 2,3$ ovos) em relação às demais plantas cultivadas testadas para postura ($F_{4,32} = 6,92$; $P = 0,0004$) (Tabela 6). A viabilidade média dos ovos foi alta, entre 94 e 100%, sendo igual estatisticamente entre os tratamentos ($F_{1,18} = 2,92$; $P = 0,1046$) (Tabela 6). Para as plantas espontâneas foi possível observar que a média de ovos depositados foi superior na planta de losna-branca ($75,8 \pm 12$ ovos) do que nas demais testadas ($F_{3,24} = 10,32$; $P = 0,0001$), não ocorrendo oviposição em caruru (Tabela 6). A viabilidade média de ovos esteve entre 93,1 e 100%, não diferindo entre os tratamentos ($F_{1,16} = 0,37$; $P = 0,5504$) (Tabela 6).

A média de ovos de *R. capsici* foi maior em pimenta ($31,9 \pm 5,9$ ovos) e pimentão ($31,9 \pm 6,4$ ovos) em relação às demais plantas testadas ($F_{2,24} = 8,42$; $P = 0,0017$), sendo que não houve oviposição em cenoura (Tabela 7). A viabilidade dos ovos foi entre 93,6 e 100%, não ocorrendo diferença entre os tratamentos ($F_{1,17} = 1,76$; $P = 0,2024$) (Tabela 7). Para plantas espontâneas, houve oviposição apenas em maria-pretinha ($24,0 \pm 6,3$) e joá-de-capote ($5,0 \pm 1,4$), com diferença estatística entre essas médias ($F_{1,16} = 11,17$; $P = 0,0041$) (Tabela 6). A viabilidade dos ovos depositados nestas plantas foi alta, de 91,13 e 100% para maria-pretinha e joá-de-capote (Tabela 6).

Batata e cenoura propiciaram o desenvolvimento de *R. solanicola* assim como as espontâneas losna-branca, joá-de-capote e picão-preto (Tabela 6). Para a espécie *R. capsici*, adultos emergiram apenas em pimenta e pimentão (Tabela 7).

Tabela 6. Número de ovos e adultos de *Russelliana solanicola* obtidos em diferentes plantas cultivadas e espontâneas e taxas de viabilidade.

Planta		N ^a	Ovos		Adultos	
			Número	Viabilidade ^b	Número	Viabilidade
Cultivadas	Batata	09/11	11,1 ± 2,9 b*	94,0 ± 4,3 a	0,4 ± 0,2	3,4 ± 2,0
	Cenoura	11/11	26,4 ± 2,3 a	99,6 ± 0,4 a	0,4 ± 0,2	1,6 ± 0,8
	Pimenta	02/10	10,0 ± 7,0 b	100,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Pimentão	07/10	6,9 ± 2,4 b	100,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Tomate	08/11	14,4 ± 2,6 b	100,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Espontâneas	Caruru	0/11	0,00 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Joá-de-capote	07/10	21,3 ± 6,8 b	100,0 ± 0,0 a	3,6 ± 0,9	27,7 ± 12,5
	Losna-branca	10/11	75,8 ± 12,0 a	95,0 ± 1,6 a	37,1 ± 4,4	56,2 ± 5,4
	Maria-pretinha	08/11	28,6 ± 7,9 b	93,1 ± 3,8 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Picão-preto	03/11	4,7 ± 2,7 b	100,0 ± 0,0 a	1,3 ± 0,3	53,3 ± 26,0

^a Número de plantas em que houve oviposição em relação ao número de plantas expostas à postura. O número médio de ovos e adultos emergidos foram calculados em relação as plantas que tiveram oviposição.

^b Viabilidade de ovos (%) avaliada após 6 dias da retirada dos casais em postura (48 h) e de adultos calculada através do número de adultos emergidos em relação ao número de ovos viáveis.

* Os dados de número de ovos foram analisados através do modelo Quasi-Poisson e para os dados de viabilidade foi utilizado o modelo de Quasi-binomial. A significância do efeito do tipo de planta foi avaliada usando o teste F e comparações múltiplas foram feitas por meio dos intervalos de confiança de 95% para os preditores lineares.

Tabela 7. Número de ovos e adultos de *Russelliana capsici* obtidos em diferentes plantas cultivadas e espontâneas e taxas de viabilidade.

Planta		N ^a	Ovos		Adultos	
			Número	Viabilidade ^b	Número	Viabilidade
Cultivadas	Batata	02/10	2,0 ± 2,0	100,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Cenoura	0/10	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Pimenta	09/10	31,9 ± 5,9 a	97,3 ± 1,8 a	8,5 ± 2,5	27,4 ± 5,4
	Pimentão	10/11	31,9 ± 6,4 a	93,6 ± 2,7 a	11,8 ± 3,7	37,2 ± 8,7
	Tomate	08/11	8,1 ± 2,1 b	100,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Espontâneas	Caruru	0/11	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Joá-de-capote	08/11	5,0 ± 1,4 b	100,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Losna-branca	0/11	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Maria-pretinha	10/11	24,0 ± 6,3 a	91,1 ± 3,5 a	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	Picão-preto	0/11	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

^a Número de plantas em que houve oviposição em relação ao número de plantas expostas à postura. O número médio de ovos e adultos emergidos foram calculados em relação as plantas que tiveram oviposição.

^b Viabilidade de ovos (%) avaliada após 6 dias da retirada dos casais em postura (48 h) e de adultos calculada através do número de adultos emergidos em relação ao número de ovos viáveis.

* Os dados de número de ovos foram analisados através do modelo Quasi-Poisson e para os dados de viabilidade foi utilizado o modelo de Quasi-binomial. A significância do efeito do tipo de planta foi avaliada usando o teste F e comparações múltiplas foram feitas por meio dos intervalos de confiança de 95% para os preditores lineares.

Em relação as avaliações realizadas em diferentes períodos para verificar a presença de imaturos e emergência de adultos ao longo do tempo, o número médio de imaturos de *R. solanicola* que estavam vivos foi igual estatisticamente nas avaliações de 21 dias ($F_{3,31} = 1,55$; $P = 0,2205$) e 26 dias após o período de oviposição ($F_{3,31} = 0,68$; $P = 0,5709$) para os tratamentos batata, cenoura, pimentão e tomate, não ocorrendo desenvolvimento de imaturos em plantas de pimenta (Figura 7). No entanto, esses imaturos só continuaram se desenvolvendo e só houve emergência de adultos nas plantas de cenoura e batata, não existindo diferença estatística no número de adultos observados nas avaliações de 26 ($F_{1,18} = 0,31$; $P = 0,5830$) e 31 dias ($F_{1,18} = 0,60$; $P = 0,4471$) para essas duas plantas (Figura 7).

Para plantas espontâneas, na avaliação de 21 dias, o número médio de imaturos de *R. solanicola* nas plantas de losna-branca foi superior às demais plantas testadas ($11,4 \pm 3,1$ imaturos) ($F_{3,24} = 10,45$; $P = 0,0001$) e na avaliação de 26 dias apenas o tratamento losna-branca ainda permanecia com a presença de imaturos ($0,5 \pm 0,3$ imaturos) (Figura 7). Em relação a emergência de adultos na avaliação de 21 dias, o tratamento losna-branca ($30,1 \pm 4$ adultos) apresentou valor médio maior que joá-de-capote ($0,9 \pm 0,3$ adultos) ($F_{1,15} = 79,38$; $P < 0,0001$), sendo as únicas plantas que apresentaram adultos nesta data (Figura 7). Na avaliação de 26 dias, além de losna-branca ($6,5 \pm 2,0$ adultos) e joá-de-capote ($2,7 \pm 0,9$ adultos), insetos se alimentando em picão-preto ($1,3 \pm 0,3$ adultos) também emergiram, não existindo diferença estatística entre os três tratamentos ($F_{2,17} = 2,91$; $P = 0,0821$) (Figura 7). Aos 31 dias, apenas em plantas de losna-branca ($0,50 \pm 0,31$) ainda houve emergência de adultos (Figura 7).

Não houve diferença estatística entre as médias de imaturos de *R. capsici* na avaliação de 21 dias para as plantas de batata, pimenta e pimentão ($F_{2,18} = 0,09$; $P = 0,9104$) (Figura 8). Houve eclosão de imaturos se alimentando em plantas de tomate, mas os mesmos não sobreviveram até a primeira avaliação aos 21 dias (Figura 8). Na avaliação de 26 ($F_{1,17} = 0,41$; $P = 0,5300$) e 31 ($F_{1,17} = 0,70$; $P = 0,4159$) dias apenas nas plantas de pimenta e pimentão houve continuação do desenvolvimento de imaturos (Figura 8). Os adultos de *R. capsici* só começaram a emergir na avaliação de 26 dias, sendo o número médio semelhante em pimenta ($2,3 \pm 0,7$ adultos) e pimentão ($2,4 \pm 1,3$ adultos), enquanto que, nas demais plantas não houve emergência ($F_{1,17} = 0,002$; $P = 0,9665$) (Figura 8). Nas avaliações de 31 ($F_{1,17} = 1,08$; $P = 0,3142$) e 36 dias ($F_{1,17} = 0,56$; $P = 0,4665$) esse padrão continuou ocorrendo para as duas plantas.

Para plantas espontâneas, apesar de ter ocorrido oviposição por *R. capsici* em maria-pretinha e joá-de-capote e a viabilidade ter sido alta (Tabela 7), imaturos foram observados apenas em maria-pretinha nas avaliações de 21 ($2,4 \pm 1,8$ imaturos) e 26 ($2,4 \pm 1,8$ imaturos) dias, porém nenhum deles conseguiu completar o desenvolvimento até a fase adulta (Figura 8).

Figura 7. Duração do desenvolvimento de *Russelliana solanicola* em plantas cultivadas e espontâneas, avaliada em quatro períodos distintos (1 = 21, 2 = 26, 3 = 31 e 4 = 36 dias após a oviposição). Os dados foram analisados através do modelo Quasi-Poisson onde foram ajustados os dados de contagem (imaturos e adultos) incluindo o tipo de planta no preditor linear. A significância do efeito do tratamento foi avaliada usando o teste F e comparações múltiplas foram feitas por meio da obtenção dos intervalos de confiança de 95% para os preditores lineares.

Figura 8. Duração do desenvolvimento de *Russelliana capsici* em plantas cultivadas e espontâneas, avaliada em quatro períodos distintos (1 = 21, 2 = 26, 3 = 31 e 4 = 36 dias após a oviposição). Os dados foram analisados através do modelo Quasi-Poisson onde foram ajustados os dados de contagem (imaturos e adultos) incluindo o tipo de planta no preditor linear. A significância do efeito do tratamento foi avaliada usando o teste F e comparações múltiplas foram feitas por meio da obtenção dos intervalos de confiança de 95% para os preditores lineares.

3.4. Discussão

Embora exista risco de introdução de CaLsol na América do Sul, ainda há poucos estudos sobre características ecológicas e comportamentais de espécies de psíldeos associados a cultivos de olerícolas nessa região, tais como *R. solanicola* e *R. capsici* (Buckhardt et al, 2012; Capítulo 2). O conhecimento sobre suas plantas hospedeiras e capacidade para transmitir a bactéria é fundamental para examinar o seu potencial como vetores e as chances de estabelecimento do patógeno nessa região após uma eventual introdução por material propagativo contaminado.

Estudos anteriores mostraram que *R. solanicola* e *R. capsici* estão entre as principais espécies de psíldeos encontradas em cultivos de olerícolas na América do Sul, com origem em regiões andinas, porém, em expansão para outros países do continente (Serbina et al, 2015; Burckhardt et al, 2012; Capítulo 2). Com relação ao círculo de plantas hospedeiras, tais espécies

são contrastantes, sendo a primeira considerada polífaga e de ocorrência em várias solanáceas, com destaque para batata, para a qual é relatada como praga no Perú (Serbina et al, 2015; Tenorio et al, 2000), enquanto que, a segunda parece ser monófaga, pois, foi relatada apenas em plantas de pimenta (*C. annuum*) (Burckhardt et al, 2012).

Na presente pesquisa, investigou-se a preferência hospedeira e desenvolvimento de *R. solanicola* e *R. capsici* em diferentes espécies de olerícolas e plantas comuns da vegetação espontânea, para melhor compreender sua associação com cultivos de olerícolas e eventual papel como vetores de CaLsol. Entre as plantas cultivadas, a espécie *R. solanicola* preferiu pousar e ovipositar em cenoura e tomate, mas teve maior sobrevivência e se desenvolveu somente em cenoura e batata. Em relação às plantas daninhas, existe uma clara afinidade com losna-branca, planta já conhecida como hospedeira (Serbina et al, 2015), mas há também desenvolvimento de imaturos em joá-de-capote e picão-preto, e existe rejeição em relação à caruru para todos os parâmetros analisados. Já *R. capsici*, apresentou clara preferência por pimenta e pimentão e se desenvolveu apenas nestas plantas. Em relação ao tempo de desenvolvimento em plantas hospedeiras ótimas, *R. solanicola* apresentou emergência de adultos em losna-branca mais precocemente do que *R. capsici* nas plantas de pimenta e pimentão.

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com os resultados de Serbina et al (2015), os quais demonstraram a grande gama de plantas hospedeiras de *R. solanicola*. Neste trabalho foi utilizada apenas uma população de insetos e houve o desenvolvimento de imaturos em diversas plantas. Desta forma, elimina-se a possibilidade de que os experimentos tenham sido realizados com espécies crípticas ao invés de apenas uma espécie, e se comprova a polifagia de *R. solanicola*. O desenvolvimento ovo-adulto de *R. capsici* em pimentão é um dado novo e de certa forma inesperado, mas que não é contrário a hipótese de monofagia para esta espécie de psíldeo proposta por Burckhardt et al (2012), pois pimentão e pimenta, apesar de serem plantas cultivadas distintas, pertencem à mesma espécie.

A importância da utilização de plantas espontâneas para o desenvolvimento e alimentação de psíldeos que podem ser vetores de patógenos vai além de serem apenas hospedeiros que mantêm os vetores na área. Existe também a possibilidade de serem fontes de inóculo do patógeno, como observado por Murphy et al (2014) para *Solanum dulcamara*, que é hospedeira natural de CaLsol em campos de batata no Oregon (EUA). Na Espanha, Alfaro-Fernández et al (2017) testaram 63 espécies espontâneas de 53 gêneros presentes em campos de cenoura e aipo com histórico de infecção por CaLsol, mas não detectaram nenhuma planta infectada com o patógeno, demonstrando que plantas espontâneas não parecem ter relação

epidemiológica com a doença naquela região. Entretanto, deve-se salientar que as espécies de psílídeos vetores, haplótipos da CaLsol e plantas espontâneas diferem entre regiões afetadas nos EUA e na Europa. Dos 5 haplótipos de CaLsol conhecidos (A, B, C, D e E), A e B são associados a diversas plantas solanáceas e são transmitidos por *B. cockerelli* na América Central e do Norte e Nova Zelândia (Nelson et al, 2011). O haplótipo C tem sido detectado em cenoura no norte da Europa e em associação com *T. apicalis* (Munyanze et al, 2010b, 2012a, b, 2015; Nelson et al, 2011), enquanto o haplótipo D tem sido associado com cenouras e *B. trigonica* na Espanha e Ilhas Canárias (Alfaro-Fernandes et al, 2012 a, b; Nelson et al, 2013). O haplótipo E, último a ser descrito, foi associado com cenouras, plantas de aipo e *B. trigonica* na Espanha (Teresani et al, 2014), e recentemente, os haplótipos D e E foram associados a diversas plantas da família Apiaceae na França (Hajri et al, 2017). Desta forma, as interações específicas entre plantas hospedeiras de um local, o patógeno e os psílídeos vetores devem ser estudadas caso a caso.

Antolinez et al (2017) demonstraram que o padrão de pouso, oviposição e comportamento alimentar estão relacionados à propensão de psílídeos em transmitir fitopatógenos. Os ensaios de preferência indicaram que *R. solanicola* tem propensão para pouso e oviposição em diversas plantas, não apenas solanáceas mas também apiáceas (cenoura) e asteráceas (*P. hysterophorus*), entre os hospedeiros preferenciais. Este comportamento pode favorecer a disseminação de CaLsol, bactéria que possui várias espécies de plantas como hospedeiras (Nelson et al, 2011; Alfaro-Fernandes et al, 2012a, b; Teresani et al, 2014; Sandanayaka et al, 2014; Munyanze et al, 2016). Apesar disso, a alimentação e mesmo a sobrevivência em uma planta por um tempo prolongado nem sempre resulta em transmissão. Munyanze et al (2016) observaram que *B. cockerelli* não se desenvolve em cenoura, mas pode sobreviver longos períodos nesta planta (até 6 semanas), e mesmo assim a taxa de transmissão de CaLsol de batata para cenoura por este vetor é baixíssima.

Embora a propensão para pouso e alimentação possam favorecer a aquisição da bactéria em uma espécie vegetal, outros atributos são necessários ao inseto para que seja competente na transmissão do patógeno. Antolinez et al (2017) verificaram que *B. tremblayi* adquire CaLsol de cenoura, porém, não é capaz de transmitir para novas plantas. Analogamente, Rosa García et al (2014) observaram que as espécies exóticas de psílídeos *Ctenarytaina eucalypti* e *C. spatulata* (conhecidas por se alimentarem em *Eucalyptus* spp.) conseguiram adquirir ‘*Candidatus Phytoplasma mali*’ ao se alimentarem de macieiras infectadas, porém, não foram realizadas análises moleculares e não existem indícios de que possam realizar a transmissão. Assim, testes de transmissão são estritamente necessários para confirmar o papel

de psílídeos como vetores e de suas plantas hospedeiras como fontes de inóculo dos patógenos associados.

Apesar de se desenvolver em várias plantas, sabe-se que a planta hospedeira pode alterar a morfologia (García-Pérez et al, 2013; Vargas-Madríz et al, 2013; Paris et al, 2016), parâmetros de desenvolvimento (Yang & Liu, 2009) e reprodução em psílídeos. Seria importante nos próximos trabalhos avaliar a oviposição e fertilidade de insetos criados nas diferentes plantas hospedeiras, assim como estudar diferentes variedades dentro de uma espécie vegetal, principalmente no caso de *R. solanicola*.

Em resumo, os resultados deste trabalho mostram que a espécie *R. solanicola* possui alto potencial para disseminação de CaLsol, caso essa bactéria seja introduzida no país, pois apresenta propensão para pouso e oviposição em diversas olerícolas e plantas espontâneas, bem como relação hospedeira (desenvolvimento completo de imaturos) com espécies vegetais muito comuns em áreas de produção de olerícolas no Brasil, tais como batata, cenoura, joá-de-capote, losna-branca e picão-preto. Embora bem mais específica em relação a hospedeiros e com forte preferência por pimenta e pimentão, *R. capsici* também mostra propensão para pouso e oviposição em solanáceas cultivadas (batata e tomate), mesmo tendo possibilidade de escolha pelo hospedeiro primário (pimenta), e também em plantas espontâneas muito frequentes em cultivos de olerícolas (joá-de-capote e maria-pretinha). Entretanto, seu hábito monófago foi evidenciado pela ocorrência de desenvolvimento completo apenas em pimenta e pimentão, que são olerícolas pertencentes à mesma espécie botânica (*C. annuum*).

3.5. Conclusões

- Em ensaios de múltipla escolha entre espécies olerícolas cultivadas, *R. capsici* tem preferência para pouso em *C. annuum* (pimenta e pimentão) e *S. tuberosum* (batata), e para oviposição em *C. annuum*, enquanto que, *R. solanicola* prefere *D. carota* (cenoura) para pouso e cenoura e *S. lycopersicum* (tomate) para oviposição.
- Entre as espécies da vegetação espontânea avaliadas, *R. solanicola* prefere pousar e ovipositar em *P. hysterophorus* (losna-branca), enquanto que *R. capsici* prefere *N. physalodes* (joá-de-capote) e *S. americanum* (maria-pretinha).
- Em ensaios sem chance de escolha, *R. solanicola* deposita mais ovos em cenoura, entre as olerícolas avaliadas e em losna-branca, entre as plantas espontâneas, completando o

desenvolvimento em ambas as espécies. *R. solanicola* se desenvolve também em batata, joá-de-capote e *Bidens pilosa* (picão-preto).

- *R. capsici* oviposita mais em pimenta, pimentão e maria-pretinha, em ensaio sem chance de escolha, mas completa o desenvolvimento apenas nas primeiras plantas.

Referências

- AGRESTI, A. Categorical Data Analysis. 2010. 2ed. Hoboken: John Wiley & Sons. 710p. DOI: 10.1002/9780470594001
- ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; CEBRIÁN, M. C.; VILLAESCUSA, F. J.; HERMOSO DE MENDOZA, A.; FERRÁNDIZ, J. C.; SANJUÁN, S.; FONT, M. I. First report of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in carrot in Mainland Spain. *Plant Disease*, v. 96, n. 4, p. 582, 2012a. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-11-0918-PDN>
- ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; SIVERIO, F.; CEBRIÁN, M. C.; VILLAESCUSA, F. J.; FONT, M. I. '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' associated with *Bactericera trigonica* – affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease*, v. 96, n. 4, p. 581, 2012b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0878-PDN>
- ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; VERDEGUER, M.; RODRÍGUEZ-LÉON, F.; IBÁÑEZ, I.; HERNÁNDEZ, D.; TERESANI, G. R.; BERTOLINI, E.; CAMBRA, M.; FONT, M. I. Search for reservoirs of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' and mollicutes in weeds associated with carrot and celery crops. *European Journal of Plant Pathogen*, v. 147, p. 15-20, 2017. DOI: 10.1007/s10658-016-0984-9
- ANTOLINEZ, C. A.; FERERES, A.; MORENO, A. Risk assessment of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' transmission by the psyllids *Bactericera trigonica* and *B. tremblayi* from Apiaceae crops to potato. *Scientific Reports*, v. 7, n. 45534, p. 1-10, 2017. DOI: 10.1038/srep45534
- BARBOSA, F. R. Direto na seiva. *Revista Cultivar: hortaliças e frutas*, Pelotas, n.8. p.27-28, 1999.
- BERTOLINI, E.; TERESANI, G. R.; LOISEAU, M.; TANAKA, F. A. O.; BARBÉ, S.; MARTÍNEZ, C.; GENTIL, P.; LÓPEZ, M. M.; CAMBRA, M. Transmission of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in carrot seeds. *Plant Pathology*, v.64, n. 2, p. 276-285, 2015. DOI: 10.1111/ppa.12245

- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from Brazil. *Zootaxa*, v. 3571, p. 26-48, 2012. DOI: 10.15468/du2dh2
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L.; REZENDE, M. Q.; QUEIROZ, E. C.; BOUVET, J. P. The capsicum psyllid, *Russelliana capisici* (Hemiptera, Psylloidea), a pest on *Capsicum annuum* (Solanaceae) in Argentina and Brazil. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, v. 85, p. 71-78, 2012.
- CHÁVEZ, R.; SALAZAR, L.; UPADHYA, M.; CHUJOY, E.; CABELLO, R.; GARCIA, A.; LINARES, J. Susceptibilidad y resistencia genética de campo al nuevo virus de la papa SB-29 en poblaciones tetraploides de papa (*Solanum tuberosum* L. $2n = 4x = 48$ AAAA) en agroecosistemas áridos. *IDESIA*, v. 21, n. 1, p. 9-22, 2003.
- DEMÉTRIO, C. G. B.; HINDE, J.; MORAL, R. A. (2014) Models for overdispersed data in entomology. In: FERREIRA, C. P.; GODOY, W. A. C. (Eds.). *Ecological modeling applied to entomology*. Springer. 262 p.
- GARCÍA-PÉREZ, F.; ORTEGA-ARENAS, L. D.; LÓPEZ-ARROYO, J. I.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A.; LOMELÍ-FLORES, J. R.; ROMERO-NÁPOLES, J. Morphometry of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) on six rutaceae from Veracruz, Mexico. *Florida Entomologist*, v. 96, n. 2, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.096.0218>
- HAJRI, A.; LOISEAU, M.; COUSSEAU-SUHARD, P.; RENAUDIN, I.; GENTIT, P. Genetic characterization of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ haplotypes associated with apiaceous crops in France. *Plant Disease*, v. 101, p. 1383-1390, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-16-1686-RE>
- HALL, D. G.; RICHARDSON, M. L.; AMMAR, E-D.; HARBERT, S. E. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 146, n. 2, p. 207-223, 2013. DOI: 10.1111/eea.12025
- LOISEAU, M.; RENAUDIN, I.; COUSSEAU-SUHARD, P.; LUCAS, P. M.; FORVEILLE, A.; GENTIT, P. Lack of evidence of vertical transmission of ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ by carrot seeds suggests that seed is not a major transmission pathway. *Plant Disease*, v. 101, n. 12, p. 2104-2109, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0531-RE>
- MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. (1989). *Generalized linear models*. London: Chapman and Hall. 511 p.

- MUNYANEZA, J. E.; CROSSLIN, J. M.; UPTON, J. E. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with 'Zebra Chip', a New Potato disease in Southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*, v. 100, n. 3, p. 656-663, 2007. DOI: [http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[656:AOBCHP\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[656:AOBCHP]2.0.CO;2)
- MUNYANEZA, J. E.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; GARCZYNSKI, S. F.; NISSINEN, A.; LEMMETTY, A. Association of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' with the psyllid *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Europe. *Journal of Economic Entomology*, v. 103, p. 1060-1070, 2010a. DOI: 10.1603/EC10027
- MUNYANEZA, J. E.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; GARCZYNSKI, S. F.; NISSINEN, A.; LEMMETTY, A. First report of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in carrots in Europe. *Plant Disease*, v.94, n. 5, p. 639, 2010b. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-5-0639A>
- MUNYANEZA, J. E.; HENNE, D. C. Leafhopper and psyllid pests of potato. In: *Insect pest of potato: global perspectives on biology and management*. Oxfordshire: Academic Press, 2012, 4, p. 65 - 102.
- MUNYANEZA, J. E.; SENGODA, V. G.; STEGMARK, R.; ARVIDSSON, A. K.; ANDERBRANT, O.; YUVARAJ, J. K.; RÄMERT, B.; NISSINEN, A. First report of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" associated with Psyllid-affected carrots in Sweden. *Plant Disease*, v. 96, n. 3, p. 453, 2012a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0871>
- MUNYANEZA, J. E.; SENGODA, V. G.; SUNDHEIM, L.; MEADOW, R. First report of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" associated with psyllid-affected carrots in Norway. *Plant Disease*, v. 96, n. 3, p. 454, 2012b. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0870>
- MUNYANEZA, J. E.; SWISHER, K. D.; HOMMES, M.; WILLHAUCK, A.; BUCK, H; MEADOW, R. First Report of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' associated with psyllid-infested carrots in Germany. *Plant Disease*, v. 99, p. 1269, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-15-0206-PDN>
- MUNYANEZA, J. E.; MUSTAFA, T.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; HORTON, D. R. Assessing the Likelihood of Transmission of *Candidatus* Liberibacter solanacearum to Carrot by Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *PLoS ONE*, v. 11, n. 8, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0161016
- MURPHY, A. F.; CATING, R. A.; GOYER, A.; HAMM, P. B.; RONDON, S. I. First report of natural infection by '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in bittersweet nightshade

- (*Solanum dulcamara*) in the Columbia Basin of eastern Oregon. *Plant Disease*, v. 98, n. 10, p. 1425, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-14-0497-PDN>
- NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.
- NELSON, W. R.; FISHER, T. W.; MUNYANEZA, J. E. Haplotypes of '*Candidatus* *Liberibacter solanacearum*' suggest long-standing separation. *European Journal of Plant Pathology*, v. 130, p. 5-12, 2011. DOI: 10.1007/s10658-010-9737-3
- NELSON, W. R.; SENGODA, V. G.; CROSSLIN, J. M.; ALFARO-FERNÁNDEZ, A. O. FONT, M. I.; MUNYANEZA, J. E. A new haplotype of '*Candidatus* *Liberibacter solanacearum*' in the Mediterranean region. *European Journal of Plant Pathology*, v. 135, p. 633-639, 2013. DOI: 10.1007/s10658-012-0121-3
- OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; QUERINO, R. B. Rearing techniques of corn leafhopper to transmission studies and biological control. In: Oliveira, C. M.; Sábato, E. O. (Org.). *Diseases in maize: insect vectors, mollicutes and virus*. 1ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2017, v. 1, p. 153-176.
- PARIS, T. M.; ALLAN, S. A.; HALL, D. G.; HENTZ, M. G.; HETESY, G.; STANSLY, P. A. Host plant affects morphometric variation of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *PeerJ*, 2016. DOI: 10.7717/peerj.2663
- PITMAN, A. R.; DRAYTON, G. M.; KRABERGUER, S. J.; GENET, R. A.; SCOTT, I. A. W. Tuber transmission of '*Candidatus* *Liberibacter solanacearum*' and its association with zebra chip on potato in New Zealand. *European Journal of Plant Pathology*, v. 129, p.389-398, 2011.
- QUEIROZ, D. L.; BURCKHARDT, D. MAJER, J. Integrated pest management of Eucalypt Psyllids (Insecta, Hemiptera, Psylloidea). In: Marcelo L. Larramendy, Sonia Soloneski (Org). *Integrated Pest management and Pest Control – Current and future tatics*. 1 ed. Rijeka, Croatia: In Tech, 2012. p. 385-412
- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing 3.11}. Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <http://www.R-project.org>
- ROSA GARCÍA, R.; SOMOANO, A.; MORENO, A.; BURCKHARDT, D.; LUIZ DE QUEIROZ, D.; MIÑARRO, M. The occurrence and abundance of two alien eucalypt psyllids in apple orchards. *Pest Management Science*, v. 70, p. 1676-1683, 2014. DOI: 10.1002/ps.3701
- SALAZAR, L. F. Emerging anda re-emerging potato diseases in the Andes. *Potato Research*, v. 49, p. 43-47, 2006.

- SANDANAYAKA, W. R. M.; MORENO, A.; TOOMAN, L. K.; PAGE-WEIR, N. E. M.; FERERES, A. Stylet penetration activities linked to the acquisition and inoculation of *Candidatus Liberibacter solanacearum* by its vector tomato potato psyllid. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 151, 170–181, 2014. DOI: 10.1111/eea.12179
- SANTANA, D. L. Q.; ZANOL, K. M. R.; BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. Danos causados por *Ctenarytaina spatulata* Taylos, 1977 (Hemiptera: Psyllidae) em *Eucalyptus grandis* Hill. Ex Maiden. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n.50, p.11-24, 2005.
- SERBINA, L.; BURCKHARDT, D.; BIRKHOFFER, K.; SYFERT, M.; HALBERT, S. E. The potato pest *Russelliana solanicola* Tuthill (Hemiptera: Psylloidea): taxonomy and host-plant patterns. *Zootaxa*, v. 4021, n. 1, 2015. DOI: 10.11646/zootaxa.4021.1.2.
- TENORIO, J.; CHUQUILLANQUI, C.; GARCIA, A.; GUILLÉN, M.; CHAVEZ, R.; SALAZAR, L. F. Symptomatology and effect on potato yield of a new virus transmitted through the psyllid *Russelliana solanicola*. *Fitopatología*, v. 38, p. 32-36, 2000.
- TERESANI, G.R., BERTOLINI, E., ALFARO-FERNÁNDEZ, A., MARTÍNEZ, C., TANAKA, F.A.O., KITAJIMA, E.W., ROSELLÓ, M., SANJUÁN, S., FERRÁNDIZ, J.C., LÓPEZ, M.M., CAMBRA, M., FONT, M.I. Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with a vegetative disorder of celery in Spain and development of a real-time PCR method for its detection. *Phytopathology*, v. 104, p. 804-811, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-07-13-0182-R>
- THOMAS, K. L.; JONES, D. C.; KUMARASINGHE; RICHMOND, J. E.; GILL, G. S. C.; BULLIANS, M. S. Investigation into the entry pathway for tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli*. *New Zealand Plant Protection*, v. 64, p. 259-268, 2011.
- VARGAS-MADRÍZ, H.; BAUTISTA-MARTÍNEZ, N.; VERA-GRAZIANO, J.; GARCÍA-GUTIÉRREZ, C.; CHAVARÍN-PALACIO, C. Morphometrics of eggs, nymphs, and adults of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), grown on two varieties of tomato under greenhouse conditions. *Florida Entomologist*, v. 96, n. 1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.096.0110>
- VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. 4ed. Springer.
- YANG, X.; LIU, T. Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on eggplant and bell pepper. *Environmental Entomology*, v.38, n. 6, p.1661-1667, 2009. DOI: 10.1603/022.038.0619

4. COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE ADULTOS E IMATUROS DE *Russelliana solanicola* TUTHILL (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) EM DIFERENTES ESPÉCIES VEGETAIS

RESUMO

O psílídeo *Russelliana solanicola* Tuthill (Hemiptera: Psyllidae) está presente em vários países da América do Sul, apresenta um comportamento polífago e tem sido estudado nos últimos anos pois existe o risco de ser um potencial vetor da bactéria quarentenária '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'. Devido a isto, o estudo de suas plantas hospedeiras e plantas de alimentação é um primeiro passo para a melhor compreensão de suas interações com esses hospedeiros em relação ao risco de adquirirem a bactéria em regiões onde a mesma ainda não está presente. O objetivo deste trabalho foi analisar diferenças no comportamento alimentar de adultos e imaturos de *R. solanicola* em diferentes plantas com o uso da técnica *Electrical Penetration Graph* (EPG). Para isso fêmeas de no máximo sete dias e imaturos de terceiro/quarto ínstar foram colocadas sobre plantas de losna-branca (*Parthenium hysterophorus*), cenoura, tomate e pimentão e seu comportamento alimentar foi avaliado em um aparelho de EPG de corrente direta modelo Giga – 8 (EPG Systems, Wageningen, Holanda) durante 8 horas. Dentre os vários parâmetros analisados, os relacionados à onda E2 (ingestão) apresentaram diferenças significativas entre losna-branca (planta hospedeira conhecida) e pimentão, mas entre tomate e cenoura as diferenças não foram significativas em muitos deles. A variável índice potencial de E2, a qual foi criada como uma forma de diferenciar plantas hospedeiras de plantas de alimentação ou de não hospedeiras, apresentou diferença para adultos entre losna-branca (maior valor) e as demais plantas. Para imaturos, o valor desta variável em cenoura foi igual estatisticamente a losna-branca, apesar de não se diferenciar dos demais tratamentos, o que condiz com testes anteriores que demonstram que em cenoura há desenvolvimento de *R. solanicola*, mas em tomate e pimentão não. Foi observado que o psílídeo *R. solanicola* realiza ondas ligadas à alimentação em floema (salivação e ingestão) em todas as plantas testadas e que através da técnica de EPG é possível diferenciar o comportamento alimentar entre uma planta hospedeira adequada e uma não hospedeira, mas a diferença entre planta hospedeira pouco adequada e planta de alimentação ou casual não é tão clara.

Palavras-chave: '*Candidatus Liberibacter solanacearum*'; *Electrical Penetration Graph*; Plantas hospedeiras

ABSTRACT

The psyllid *Russelliana solanicola* Tuthill (Hemiptera: Psyllidae) is present in several countries in South America, has a poliphagous behavior and has been studied in recent years due to its risk of transmitting the quarantine bacterium

‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’. Thus, the study of their host plants and feeding plants is a first step towards a better understanding of their interactions with plants at risk of acquisition the bacterium in regions where the insect is not present. The objective of this study is to analyze the feeding behavior of *R. solanicola* in different plants using *Electrical Penetration Graph* (EPG) technique. To reach this objective, females up to seven days and nymphs in 3rd/4th instar were placed in ragweed parthenium (*Parthenium hysterophorus*), carrot, tomato and green pepper and their feeding behavior was analysed in 8- channel DC EPG system (EPG systems, Wageningen, The Netherlands) for 8 hours. Among the parameters analyzed, those related to E2 wave (ingestion) were significant between ragweed parthenium (known host plant) and green pepper, but between tomato and carrot the differences were not significant in many of them. The potential index E2 variable, for which was created to differentiate host plants from feeding plants or non-host plants, presented difference for adults among ragweed parthenium (higher value) and the other plants. For nymphs, the value of this variable in carrots was statistically equal to ragweed parthenium, although it did not differentiate from the other treatments, which is consistent with previous tests demonstrating that in carrots the development of *R. solanicola* does occur, but in tomato and green pepper does not. It was observed that the psyllid *R. solanicola* performs food related waves in floem (salivation and ingestion) in all the plants tested and by the technique of EPG it is possible to differentiate the feeding behavior between a suitable host and a non host, but the difference between not suitable host and feed or casual plant is still unclear.

Keywords: ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’; *Electrical Penetration Graph*; Host plants

4.1. Introdução

A espécie de psílideo *Russelliana solanicola* Tuthill é originária da América do Sul e está relatada em diversos países, tendo uma enorme gama de plantas relatadas como hospedeiras, em especial plantas da família Solanácea (Serbina et al, 2015). Este comportamento polífago e a existência de trabalhos relacionando *R. solanicola* como vetor de fitopatógenos (Chávez et al, 2003; Jeffries, 2006), têm indicado a necessidade de mais estudos com esta espécie, uma vez que a preferência alimentar de insetos vetores é altamente relacionada à epidemiologia dos fitopatógenos transmitidos pelos mesmos (Ferreira, 2015).

Apesar da conhecida polifagia de *R. solanicola*, muitas espécies vegetais são consideradas hospedeiras principalmente por causa do uso generalizado do termo “planta hospedeira”, o qual foi melhor definido por Burckhardt et al (2014), sendo o uso adequado somente para plantas nas quais os imaturos podem se desenvolver. Desta forma, apesar dos estímulos que induzem a fêmea a ovipositar em plantas nas quais os imaturos não se desenvolvem ou se desenvolvem apenas em estágios iniciais, o termo “planta hospedeira” deve

ser usado apenas nos casos em que o inseto completa seu desenvolvimento até a fase adulta. Deve-se salientar, no entanto, que uma planta hospedeira não adequada para o desenvolvimento ou até mesmo não-hospedeira do inseto vetor pode ser epidemiologicamente relevante se permitir a alimentação do inseto em tecidos colonizados pelo patógeno.

Estudos de preferência hospedeira de *R. solanicola* em diferentes plantas cultivadas e daninhas mostraram divergência entre as plantas escolhidas pela mãe para pousar e realizar oviposição e aquelas onde o desenvolvimento dos imaturos se completou até a fase adulta (Capítulo 3). Presume-se que as plantas preferidas para postura sejam também as mais adequadas para o desenvolvimento dos imaturos, mas essa hipótese ainda não foi investigada para psílídeos, e não há muitas informações sobre quais plantas atuam como hospedeiras para desenvolvimento de *R. solanicola* no Brasil (Serbina et al, 2015). Assim, é necessário entender a diferença entre plantas com boa aptidão para escolha de pouso, oviposição e sobrevivência de adultos, e que poderiam servir de alimento em períodos em que o mesmo é escasso no campo, e aquelas que propiciam o desenvolvimento de imaturos, e que seriam, portanto, importantes para o desenvolvimento e aumento da população.

O estudo comparativo do comportamento alimentar de imaturos e adultos pode fornecer informações importantes sobre adequação de determinadas plantas para a alimentação e desenvolvimento dos psílídeos, bem como de mecanismos de resistência envolvidos. Uma importante ferramenta para estudar o comportamento alimentar de insetos fitófagos é a técnica *Electrical Penetration Graph* (EPG) (McLean & Kinsey, 1964; Tjallingii, 1978) que permite o monitoramento da penetração estiletar e atividades alimentares em diferentes tecidos vegetais. O primeiro uso de EPG para estudar a gama de hospedeiros de um inseto foi reportado por McLean & Kinsey (1968). Posteriormente a técnica foi utilizada para testar plantas hospedeiras e não hospedeiras para muitos hemípteros (Girma et al, 1992; Sandanayaka & Page-Weir, 2009; Sandanayaka et al, 2012). A técnica também tem sido avaliada em relação ao seu potencial para determinar associações com plantas hospedeiras nos trabalhos de serviços quarentenários, para avaliar a ameaça ambiental de um organismo e identificar quais áreas da indústria podem ser afetadas, apoiando ações de resposta ao problema (Sandanayaka et al, 2017). Em relação ao estudo de imaturos de psílídeos utilizando a técnica de EPG, há apenas um trabalho realizado (Ullman & McLean, 1988) sendo necessários mais estudos em relação à esta fase do desenvolvimento deste grupo de insetos.

Considerando-se os relatos de *R. solanicola* em diversas olerícolas e seu potencial para atuar como vetora de fitopatógenos (Serbina et al, 2015; Syfert et al, 2017), é necessário um conhecimento mais aprofundado de suas relações com plantas hospedeiras, especialmente em

espécies vegetais suscetíveis a ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CaLsol). Em cultivos olerícolas das famílias Solanaceae e Apiaceae CaLsol tem causado prejuízos em escala mundial, sendo conhecidos três psíldeos vetores, *Bactericera cockerelli* (Sulc), *Trioza apicalis* Förster e *Bactericera trigonica* Hodkinson (Hemiptera: Triozidae) em diversos cultivos olerícolas (Munyaneza et al, 2007; Munyaneza et al, 2010; Alfaro-Fernandes et al, 2012).

Neste trabalho utilizou-se a técnica de EPG para comparar o comportamento alimentar de adultos e imaturos de *R. solanicola* em plantas que em estudo anterior mostraram ser aceitas pelos adultos para oviposição (Capítulo 3), mas que apresentam diferentes níveis de adequação para o desenvolvimento dos imaturos. O objetivo principal foi determinar que aspectos da penetração estiletar de *R. solanicola* são afetados em plantas menos adequadas para o desenvolvimento de imaturos, com ênfase na fase floemática, na qual supostamente ocorre aquisição e inoculação de CaLsol, um patógeno restrito aos vasos crivados do floema.

4.2. Material e Métodos

4.2.1. Obtenção das plantas

Baseando-se nos objetivos do estudo e nas relações com a espécie *R. solanicola*, foram selecionadas as seguintes plantas: losna-branca (*Parthenium hysterophorus*), por ser um hospedeiro já conhecido e onde a criação do psíldeo foi mantida (Serbina et al, 2015; Capítulo 3), a qual foi considerada uma planta hospedeira adequada; cenoura (*Dacus carota*) ‘Nativa’, descoberta como hospedeira de *R. solanicola* (Capítulo 2 e 3), mas considerada uma planta hospedeira não adequada no contexto deste trabalho, pois a viabilidade de desenvolvimento ninfá-adulto foi baixa em trabalho anterior; tomate (*Solanum lycopersicum*) ‘Santa Clara’, espécie que apresenta alta taxa de pouso e oviposição pelo psíldeo mas onde não houve desenvolvimento de imaturos (Capítulo 3), sendo portanto uma planta de alimentação ou talvez casual no conceito definido por Burckhardt et al (2014); pimentão (*Capsicum annuum*) ‘Cascadura Ikeda’, o qual se observou como uma planta não hospedeira de *R. solanicola* (Capítulo 3).

Cenoura, tomate e pimentão foram plantados semanalmente em sementeiras de 98 células, e as plantas de losna-branca que foram utilizadas no ensaio foram semeadas em bandejas plásticas de 40 x 30 x 10 cm perfuradas no fundo, com substrato próprio para hortaliças (Tropstrato HT – Vida Verde). O transplante foi realizado para vasos de 400 ml contendo o mesmo tipo de substrato após 15 dias do plantio no caso das cultivadas e quando atingiram

aproximadamente 5 cm no caso de losna-branca. Durante todo o processo, as plantas foram mantidas em estufas com tela anti-afídica, onde foram fertilizadas semanalmente com aproximadamente 120 ml de solução nutritiva (Sulfato de magnésio, 0,83; nitrato de potássio, 0,36; MAP, 0,14; zinco, 0,02; cobre, 0,03; ferro, 0,09; nitrato de amônia, 0,08; nitrato de cálcio, 0,91 g/L) por vaso, até o período em que foram utilizadas nos ensaios, o que ocorreu quando as plantas tinham em torno de 10 cm (entre 3 e 6 folhas, dependendo da espécie vegetal).

As plantas de losna-branca utilizadas para a criação eram trazidas do campo, com aproximadamente 10 cm, e transplantadas de 3 em 3 em vasos de 2 L com substrato próprio para hortaliças (Tropstrato HT Hortaliças, Viva Verde, Brasil). Após 7 a 15 dias de aclimação em estufa, eram então levadas para as gaiolas de criação.

4.2.2. Origem dos insetos

Os indivíduos de *R. solanicola* foram coletados em Piracicaba, SP, Brasil, em plantas de losna-branca, conhecida como hospedeira da espécie (Serbina et al, 2015), com o auxílio de rede entomológica e posterior captura dos insetos com um aspirador entomológico modificado (mangueira plástica transparente de aproximadamente 50 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro na qual uma das extremidades possui um tecido *voil* seguido por uma ponteira plástica de pipeta de 5 ml acoplada, onde os insetos ficavam retidos) (Figura 1). Após a captura, os insetos foram colocados em tubos Falcon de 50 ml (Corning Life Sciences, Tewksbury, Massachusetts, USA) com abertura na tampa coberta com tecido *voil* para ventilação, e assim foram transportados ao laboratório. A coleta de origem da colônia foi realizada em janeiro de 2016, e uma vez ao mês, insetos de campo eram adicionados à mesma.

Os psílídeos adultos trazidos do campo foram colocados em gaiolas com estrutura de alumínio (32 x 32 x 50 cm) revestidas com tela anti-afídica e vedadas com espuma nas portas para evitar a fuga dos insetos. Cada gaiola continha 5 vasos de losna-branca e 100 insetos adultos não sexados. A cada 7 dias os adultos eram transferidos com o auxílio de aspirador entomológico modificado para outras gaiolas com plantas novas para recomeçarem as posturas. As plantas com postura eram transferidas para novas gaiolas, onde permaneciam por até 30 dias, para a eclosão e desenvolvimento dos imaturos com a posterior emergência dos adultos, os quais eram utilizados para a montagem de novas gaiolas de postura.

4.2.3. Avaliação do comportamento alimentar

4.2.3.1. Registros de EPG

Os registros de EPG foram obtidos usando um monitor de corrente direta (DC) com 8 canais (modelo Giga-8d) (EPG Systems, Wageningen, Holanda), acoplado a um computador, pertencente ao laboratório de insetos vetores de fitopatógenos, do Departamento de Entomologia e Acarologia, Piracicaba, ESALQ/USP (Figura 1).

Imaturos de terceiro/quarto ínstar e fêmeas adultas de *R. solanicola* (com até 7 dias após a emergência) foram coletadas da criação para a realização dos registros, sendo imaturos e adultos comparados separadamente. As fêmeas eram coletadas com aspirador entomológico modificado, o qual foi utilizado acoplado a um cilindro de CO₂ por 8 s para anestesia-las (Figura 1). Os imaturos não foram anestesiadas sendo coletados diretamente das plantas da criação com o auxílio de um pincel.

Tanto os imaturos quanto as fêmeas foram imobilizadas utilizando um sistema de vácuo, sobre um microscópio estereoscópio. Um fio de ouro (18 µm de diâmetro e aproximadamente 3 cm de comprimento) foi colado no mesotórax de cada inseto com uma pequena gota de cola de prata a base de água (EPG Systems, Wageningen, Holanda) (Figura 1). A extremidade oposta do fio de ouro foi ligada a um eletrodo de cobre. Após este procedimento os insetos foram colocados na face abaxial de uma folha expandida (3ª ou 4ª folha) de cada uma das espécies vegetais testadas (losna-branca, cenoura, tomate e pimentão). As folhas foram afixadas em uma barra de madeira presa em um suporte de ferro. O outro eletrodo era inserido no substrato do vaso da planta, permitindo o fechamento do circuito elétrico. As plantas eram aleatoriamente dispostas nos 8 canais durante cada dia de registro. Os insetos foram monitorados individualmente durante 8 h, sendo que equipamento, insetos e plantas foram mantidos dentro de uma gaiola de *Faraday* (para evitar interferências elétricas externas) em sala com temperatura de 25 ± 1°C. Foram realizados no mínimo 15 registros válidos em cada espécie vegetal para a análise, sendo cada registro conduzido com um inseto por planta.

Figura 1. Monitor de corrente direta (DC) com 8 canais (modelo Giga-8d) (EPG Systems, Wageningen, Holanda) acoplado a computador (A), método de anestesia de adultos de *R. solanicola* através do uso do aspirador entomológico modificado acoplado ao equipamento de liberação de CO₂ (B), aspirador entomológico modificado (C), fio de ouro colado no mesotórax com cola de prata a base de água.

4.2.3.2. Análise dos registros de EPG

Os dados foram analisados utilizando o software Stylet+ para Windows (EPG Systems, Wageningen, Holanda) (Tjallingii, 1978, 1988). As formas de ondas de EPG foram identificadas baseando-se em trabalhos anteriores (Bonani et al, 2010; Pearson et al, 2014; Antolinez et al, 2016; Antolinez et al, 2017b), sendo: não prova (np), caminhamento intercelular dos estiletes (C), contato inicial com tecidos de floema (D), salivação nos elementos crivados do floema (E1), captação passiva ou ingestão de seiva dos elementos crivados do floema (E2) e ingestão ativa de xilema nos vasos de xilema (G).

Assim como os estudos conduzidos por Valenzuela et al (2017), no presente trabalho não foi incluída a marcação da onda Z, relacionada a atividades de caminhamento (Youn et al, 2011), nem das ondas A e B, relacionadas a penetração inicial do estilete e a salivação na epiderme/mesófilo (Cen et al, 2012), sendo a onda Z parte de nossa marcação de onda NP e as ondas A e B partes de nossa marcação de C. Além disso, os registros foram analisados do início ao fim e incluíram a última onda interrompida não naturalmente pelo fim das 8 h de registro.

Os dados de comportamento foram compilados utilizando um arquivo automático do MS Excel desenvolvido para trabalhar com dados de EPG desenvolvido por Sarriá et al (2009). As variáveis calculadas que foram selecionadas, assim como os valores que podem assumir, são apresentadas no Apêndice A. O cálculo seguiu o trabalho de Antolinez et al (2016): PPW (*proportion of individuals that produced a specific waveform type*), proporção de indivíduos

que produzem um específico tipo de onda; NWEI (*number of waveform events per insect*), número de eventos de onda por inseto, que é a soma do número de eventos de um determinado tipo de onda dividido pelo número total de insetos em cada tratamento (espécie de planta); WDI (*waveform duration (min) per insect*), duração total da onda (min) por inseto (que é a soma das durações de cada evento de onda) dividido pelo número total de insetos em cada tratamento; e WDE (*waveform duration (min) per event*), duração da onda (min) por evento (soma da duração do evento de uma onda) dividido pelo número total de eventos daquela onda em particular para cada tratamento.

É importante relatar que embora a salivação (onda E1) não possa ocorrer sem ser precedida pela onda D (primeiro contato com o floema) nem sempre os valores serão coincidentes, pois em alguns eventos os insetos podem realizar apenas D e logo passarem a C (prova ou caminhar estiletar). Também foi observado que as ondas E1 e E2 (ingestão no floema) frequentemente ocorrem de maneira alternada na mesma prova, o que também foi relatado por Antolinez et al (2016).

As variáveis do EPG analisadas (média $\pm$ EP) foram calculadas utilizando o pacote estatístico SPSS 24 (IBM corp. 2012), assim como o teste ANOVA, Kruskal-Wallis e o teste Tukey. O teste de Steel-Dass foi realizado através do pacote JMP 12 (SAS Institute Inc.). O teste de médias ANOVA e o teste Tukey ($P < 0,05$) foram realizados para dados em que houve homogeneidade das variâncias entre grupos e que os resíduos seguiram uma distribuição normal. Nos casos em que estes pressupostos não foram atendidos foram utilizados os testes de média de Kruskal-Wallis e o teste de Steel-Dass.

4.3. Resultados

Todas as variáveis calculadas estão apresentadas no Apendice A e as que apresentaram diferenças estatísticas aparecem na Tabela 1 (para adultos) e na Tabela 2 (para imaturos).

O número de realização (NWEI) de não prova e prova foram inferiores para insetos em plantas de losna-branca em relação aos demais tratamentos, tanto para adultos (Tabela 1) quanto para imaturos (Tabela 2). Para o tempo de duração da onda por inseto (WDI) em adultos, não houve diferença entre as plantas testadas (Tabela 1), porém, imaturos se alimentando em cenoura e pimentão apresentaram resultado superior à losna-branca em relação à não prova e inferior em relação à prova (Tabela 2). Em relação à duração por evento (WDE) de prova, em adultos, insetos se alimentando em tomate realizaram um tempo superior ao observado em cenoura ($7,52 \pm 0,45$ e $6,98 \pm 0,52$ min respectivamente) (Tabela 1) mas para imaturos ocorreu

o contrário ($12,19 \pm 1,11$ e $8,84 \pm 0,63$ min para insetos em cenoura e tomate respectivamente) (Tabela 2).

Em relação à onda C, tanto adultos quanto imaturos apresentaram menor número de realização dessa onda (NWEI) e também menor tempo de duração (WDI) em losna-branca que nas demais plantas.

Não foram observadas diferenças no número de eventos (NWEI), na duração de onda por inseto (WDI) ou duração de onda por evento (WDE), no caso da onda G, para os adultos avaliados em nenhuma das plantas testadas (Tabela 1). Já no caso de imaturos há diferenças entre os insetos sobre as plantas de losna-branca e pimentão, sendo que insetos em pimentão realizaram maior número de ondas G (NWEI) ($1,56 \pm 0,28$ vezes) que insetos em losna-branca ($0,47 \pm 0,16$ vezes), bem como maior tempo de duração da onda por inseto (WDI) ($17,05 \pm 5,27$ e $4,65 \pm 2,00$ vezes, respectivamente para pimentão e losna-branca) (Tabela 2).

O número de ondas D (NWEI) foi menor em insetos sobre losna-branca e pimentão em relação às demais plantas, tanto para adultos ($9,53 \pm 2,33$ e $8,12 \pm 1,73$ vezes respectivamente) (Tabela 1) quanto para imaturos ($10,53 \pm 1,74$ e $12,39 \pm 2,35$ respectivamente) (Tabela 2). Porém, para o número de D não sucedidas por ondas E1 por inseto (NWEI), indivíduos em losna-branca apresentam diferença em relação aos demais tratamentos no caso de adultos (Tabela 1), e para imaturos não houve diferença em relação a insetos se alimentando em cenoura e pimentão (Tabelas 2).

Para número de ondas E1 (NWEI) e o tempo total de duração desta onda por inseto (WDI), os resultados seguem o que foi visto para onda D, sendo o número e a duração menores nos insetos sobre as plantas de losna-branca ($10,93 \pm 2,26$ vezes e $15,56 \pm 4,22$ min) e pimentão ($7,24 \pm 1,41$ vezes e $5,20 \pm 1,71$ min) tanto para adultos (Tabela 1) quanto para imaturos (losna-branca: $11,53 \pm 1,79$ vezes e $22,8 \pm 8,49$ min; pimentão: $11,72 \pm 2,33$ vezes e $15,62 \pm 3,99$ min) (Tabela 2). Para E1 não sucedida por E2 a mesma tendência ocorreu, com os menores números de ondas por inseto (NWEI) ocorrendo para insetos nestas duas plantas, sendo que indivíduos se alimentando em pimentão não apresentaram médias diferentes daqueles sobre tomate (Tabela 1 e 2).

Ao analisar somente as primeiras E1 sucedidas por E2, verifica-se que não há diferença na duração média da onda por inseto (WDI) entre aqueles que se alimentaram nas plantas de losna-branca ($2,02 \pm 0,78$ min), cenoura ($1,96 \pm 0,57$ min) e tomate ($2,47 \pm 0,57$ min) no caso de adultos (Tabela 1). Para imaturos, tanto insetos se alimentando em tomate ($5,69 \pm 1,50$ min) quanto cenoura ($1,08 \pm 0,49$ min) não se diferenciaram de insetos em losna-branca ($3,6 \pm 1,00$ min), porém, são diferentes entre si estatisticamente (Tabela 2).

Em relação à duração de onda por inseto (WDI) de primeiras E1 sucedidas por E2 sustentada (>10 min), no caso de adultos, insetos se alimentando em losna-branca apresentam a maior média ($6,77 \pm 2,75$ min), seguida por insetos em cenoura ($0,23 \pm 0,10$ min) e tomate ($0,79 \pm 0,31$ min). Em pimentão não houve E2 sustentada, e, portanto, o valor para esse parâmetro foi zero (Tabela 1). Para imaturos, a média de duração de onda realizada pelos insetos (WDI) em losna-branca ($7,49 \pm 1,83$ min) é igual a tomate ($4,81 \pm 2,47$ min) mas diferente de cenoura ($0,19 \pm 0,10$ min) e pimentão ($0,13 \pm 0,13$ min) (Tabela 2).

Para a onda E2, o número de ondas realizado por inseto (NWEI) foi igual para indivíduos se alimentando em plantas de losna-branca, tomate e cenoura, sendo que nesta última planta o valor não se diferenciou de pimentão, tanto para os adultos avaliados (Tabela 1) quando para os imaturos (Tabela 2). Com relação à duração total de onda por inseto (WDI), insetos se alimentando em losna-branca permaneceram mais tempo realizando a onda E2 (adultos: $244,75 \pm 35,90$ min; imaturos: $274,42 \pm 20,14$ min), sendo posteriormente seguidos por insetos que se alimentaram em tomate (adultos: $30,17 \pm 8,78$ min; imaturos: $68,9 \pm 15,22$ min) e cenoura (adultos: $49,96 \pm 16,29$ min; imaturos: $49,36 \pm 23,43$ min) e o tratamento cenoura não se diferenciou do tratamento pimentão (adultos: $2,14 \pm 0,95$ min; imaturos: $3,47 \pm 1,70$ min) (Tabelas 1 e 2). Na duração do evento de onda E2 (WDE) existem diferenças entre o comportamento de adultos e imaturos. Para adultos, a duração de E2 é maior em losna-branca ($28,02 \pm 6,40$ min) e tomate ($6,03 \pm 1,05$ min) (Tabela 1), já no caso de imaturos, insetos em losna-branca realizam as maiores durações de evento ($31,91 \pm 5,16$ min) com o valor médio não se diferenciando em relação aos que se alimentaram em cenoura ($11,45 \pm 2,50$ min) (Tabela 2).

Em relação às ondas E2 sustentadas (> 10 min), observou-se maior número de eventos para adultos (NWEI) se alimentando em losna-branca ($2,47 \pm 0,46$ vezes), seguido por aqueles em cenoura ($0,83 \pm 0,30$ vezes) e tomate ($0,86 \pm 0,25$ vezes). Em pimentão os adultos não realizaram esse tipo de onda (Tabela 1). A duração de onda (WDE) não foi diferente entre os tratamentos (Tabela 1).

Para imaturos, houve maior número de E2 sustentadas (>10 min) (NWEI) em losna-branca ($3,73 \pm 0,41$ vezes), seguida por tomate ($1,63 \pm 0,40$ vezes) e cenoura ($1,00 \pm 0,51$ vezes), sendo que nesta última planta o valor médio não apresentou diferença estatística em relação à insetos em pimentão ($0,06 \pm 0,06$ vezes), planta em que apenas um imaturo realizou um evento (Tabela 2). Em relação à duração da onda E2 (>10 min) para imaturos, insetos em losna-branca e cenoura apresentaram as maiores médias, sendo que em cenoura a média foi estatisticamente igual a tomate (Tabela 2).

A média de duração da E2 mais longa por inseto para adultos (WDI) foi superior para insetos em losna-branca ($173,94 \pm 36,74$ min), sendo seguida por insetos em cenoura ($43,47 \pm 14,84$ min) e tomate ($19,28 \pm 4,51$ min), e por último o tratamento pimentão ($2,59 \pm 0,75$ min) (Tabela 1). No caso de imaturos a média de duração da mais longa E2 foi superior para insetos em losna-branca ($152,3 \pm 24,68$ min) em relação aos demais tratamentos (Tabela 2).

O número de fases floemáticas (NWEI) foi menor para indivíduos em losna-branca ($9,13 \pm 2,23$ vezes) e pimentão ($7,24 \pm 1,41$ vezes), não se diferenciando estatisticamente daqueles se alimentando em tomate ($11,95 \pm 1,48$ vezes), mas, com diferença daqueles em cenoura ($18,72 \pm 2,11$ vezes) no caso de adultos (Tabela 1). Para imaturos, insetos em losna-branca apresentaram a menor média de número de fases floemáticas ($10,13 \pm 1,69$ vezes), não se diferenciando daqueles em pimentão ($11,33 \pm 2,23$ vezes), mas houve diferença em relação aos demais tratamentos (Tabela 2).

A média de duração total de fases de floema com E2 (WDI) foi maior para insetos em losna-branca ($258,33 \pm 37,32$ min), seguidos por insetos em tomate ($46,84 \pm 10,97$ min) e cenoura ($85,72 \pm 22,64$ min), sendo que nesta última planta a média não se diferenciou estatisticamente de pimentão ($8,39 \pm 2,03$ min) (Tabela 1). No caso de imaturos, insetos em losna-branca apresentaram a maior média ($294,05 \pm 19,29$ min), seguida pelos demais tratamentos, os quais não apresentaram diferença entre si (Tabela 2).

Os tempos de início do registro ou da primeira prova até a ocorrência das primeiras E2 ou E2 sustentadas (WDI) sempre foram diferentes estatisticamente entre losna-branca e pimentão, e iguais entre cenoura e tomate, tanto para adultos (Tabela 1) quanto para imaturos (Tabela 2).

Tabela 1. Valores das variáveis de *Electrical Penetration Graph* (EPG) (média $\pm$ erro padrão, amplitude; em minutos) sequenciais e não sequenciais para adultos de *Russelliana solanicola* se alimentando em diferentes plantas hospedeiras durante 8 h de registro.

Variáveis ^a	Plantas	PPW ^b	NWEI ^b	P ^c	WDI ^b	P	WDE ^b	P
Não sequenciais								
Não prova	Cenoura	18/18	54,67 $\pm$ 6,08 (22-117) a	<u>0,001</u>	100,64 $\pm$ 11,87 (20,32 - 196,89)	0,616	1,85 $\pm$ 0,13 (0,03 - 73,28) d	0,001
	Losna	15/15	17,07 $\pm$ 2,34 (2-37) b		95,47 $\pm$ 27,21 (5,45 - 318,98)		5,64 $\pm$ 0,88 (0,06 - 129,11) a	
	Pimentão	17/17	36,35 $\pm$ 5,44 (11-102) a		108,26 $\pm$ 19,84 (5,95 - 264,92)		3,00 $\pm$ 0,30 (0,04 - 87,17) b	
	Tomate	21/21	50,29 $\pm$ 5,82 (16-117) a		103,84 $\pm$ 14,68 (22,09 - 251,79)		2,07 $\pm$ 0,20 (0,05 - 80,10) c	
Prova	Cenoura	18/18	54,39 $\pm$ 6,08 (22-116) a	<u>0,001</u>	379,36 $\pm$ 11,87 (283,11 - 459,67)	0,616	6,98 $\pm$ 0,52 (0,10 - 175,8) b	0,001
	Losna	15/15	16,80 $\pm$ 2,29 (2-36) b		384,53 $\pm$ 27,21 (161,02 - 474,55)		22,89 $\pm$ 4,07 (0,16 - 471,81) a	
	Pimentão	17/17	36,00 $\pm$ 5,36 (11-101) a		371,74 $\pm$ 19,84 (215,08 - 474,05)		10,33 $\pm$ 0,86 (0,09 - 266,17) a	
	Tomate	21/21	50,00 $\pm$ 5,84 (16-117) a		376,13 $\pm$ 14,68 (228,21 - 457,90)		7,52 $\pm$ 0,45 (0,14 - 226,33) a	
C	Cenoura	18/18	55,39 $\pm$ 6,14 (24-118) a	<u>0,001</u>	300,33 $\pm$ 13,47 (197,32 - 404,75) a	<u>0,001</u>	4,06 $\pm$ 0,17 (0,04 - 75,98) c	0,001
	Losna	15/15	16,60 $\pm$ 2,39 (1-34) b		110,93 $\pm$ 20,07 (15,35 - 287,46) b		4,31 $\pm$ 0,32 (0,01 - 73,52) bc	
	Pimentão	17/17	37,35 $\pm$ 5,38 (14-103) a		337,90 $\pm$ 18,76 (206,32 - 453,56) a		7,58 $\pm$ 0,54 (0,03 - 176,23) a	
	Tomate	21/21	51,14 $\pm$ 5,84 (18-117) a		312,44 $\pm$ 13,48 (200,69 - 398,07) a		4,95 $\pm$ 0,25 (0,01 - 153,45) b	
D	Cenoura	18/18	20,67 $\pm$ 2,01 (3-36) a	0,001	6,84 $\pm$ 0,71 (0,87 - 14,66) a	0,008	0,33 $\pm$ 0,01 (0,09 - 1,38) c	0,001
	Losna	15/15	9,53 $\pm$ 2,33 (2-29) b		2,76 $\pm$ 0,65 (0,51 - 7,78) b		0,29 $\pm$ 0,01 (0,13 - 0,59) d	
	Pimentão	16/17	8,12 $\pm$ 1,73 (0-27) b		4,32 $\pm$ 1,04 (0,00 - 14,70) ab		0,53 $\pm$ 0,03 (0,11 - 2,03) a	
	Tomate	21/21	13,19 $\pm$ 1,56 (2-24) ab		5,38 $\pm$ 0,77 (0,47 - 13,74) ab		0,41 $\pm$ 0,01 (0,13 - 2,29) b	
E1	Cenoura	18/18	19,61 $\pm$ 2,29 (3-40) a	<u>0,001</u>	19,21 $\pm$ 4,86 (0,68 - 62,50) a	0,001	0,98 $\pm$ 0,19 (0,01 - 37,45) b	0,001
	Losna	15/15	10,93 $\pm$ 2,26 (2-27) bc		15,56 $\pm$ 4,22 (0,52 - 54,23) ab		1,42 $\pm$ 0,29 (0,01 - 29,41) b	
	Pimentão	16/17	7,24 $\pm$ 1,41 (0-19) c		5,20 $\pm$ 1,71 (0,00 - 27,58) b		0,72 $\pm$ 0,09 (0,01 - 5,50) b	
	Tomate	21/21	12,95 $\pm$ 1,63 (2-24) ab		18,09 $\pm$ 2,80 (1,21 - 41,26) a		1,40 $\pm$ 0,16 (0,02 - 23,54) a	
E2	Cenoura	12/18	6,39 $\pm$ 1,81 (0-23) ab	<u>0,001</u>	49,96 $\pm$ 16,29 (0,00 - 194,79) bc	0,001	7,82 $\pm$ 1,93 (0,10 - 156,00) bc	0,001
	Losna	15/15	8,73 $\pm$ 2,06 (2-25) a		244,75 $\pm$ 35,9 (25,08 - 440,20) a		28,02 $\pm$ 6,40 (0,12 - 439,86) a	
	Pimentão	5/17	1,65 $\pm$ 0,69 (0-9) b		2,14 $\pm$ 0,95 (0,00 - 12,45) c		1,30 $\pm$ 0,20 (0,17 - 5,54) c	
	Tomate	16/21	5,00 $\pm$ 0,99 (0-15) a		30,17 $\pm$ 8,78 (0,00 - 177,69) b		6,03 $\pm$ 1,05 (0,11 - 76,90) ab	

Continuação

G	Cenoura	11/18	1,11 ± 0,25 (0-3)	0,561	9,87 ± 2,61 (0,00 - 39,11)	0,677	8,88 ± 1,34 (1,80 - 29,33)	0,089
	Losna	8/15	0,87 ± 0,27 (0-3)		13,30 ± 4,12 (0,00 - 45,67)		15,34 ± 2,52 (2,95 - 30,62)	
	Pimentão	14/17	1,35 ± 0,26 (0-4)		26,50 ± 10,28 (0,00 - 169,97)		19,59 ± 7,22 (2,21 - 169,97)	
	Tomate	13/21	1,29 ± 0,26 (0-3)		16,70 ± 5,13 (0,00 - 107,22)		12,99 ± 2,08 (2,93 - 56,55)	
Sequenciais								
Número de D não sucedida por E1	Cenoura	12/18	2,05 ± 0,51 (0-7) a	0,029	0,79 ± 0,22 (0 - 3,52)	0,057		
	Losna	3/15	0,40 ± 0,23 (0-3) b		0,15 ± 0,09 (0 - 1,23)			
	Pimentão	7/17	0,88 ± 0,47 (0-8) a		0,56 ± 0,27 (0 - 4,49)			
	Tomate	11/21	1,19 ± 0,37 (0-7) a		0,66 ± 0,21 (0 - 3,22)			
Número de E1 não sucedida por E2	Cenoura	18/18	13,00 ± 1,47 (1-22) a	0,001	11,66 ± 3,94 (0,68 - 56,67) a	0,001		
	Losna	8/15	1,87 ± 0,60 (0-6) c		1,42 ± 0,67 (0,00 - 8,09) b			
	Pimentão	16/17	5,59 ± 1,28 (0-19) bc		4,87 ± 1,70 (0,00 - 27,58) a			
	Tomate	21/21	7,76 ± 1,12 (1-17) b		12,16 ± 2,64 (0,10 - 41,26) a			
Duração da E2 mais longa	Cenoura	12/18			43,47 ± 14,84 (0,34 - 156,00) bc	0,001		
	Losna	15/15			173,94 ± 36,74 (9,00 - 439,86) a			
	Pimentão	5/17			2,59 ± 0,75 (1,60 - 5,54) c			
	Tomate	16/21			19,28 ± 4,51 (1,46 - 76,90) b			
Primeiras E1 sucedidas por E2	Cenoura	11/18	4,77 ± 1,41 (0-19)	0,107	1,96 ± 0,57 (0,00 - 6,41) ab	0,007		
	Losna	13/15	4,93 ± 1,77 (0-21)		2,02 ± 0,78 (0,00 - 11,3) a			
	Pimentão	5/17	1,65 ± 0,69 (0-9)		0,33 ± 0,16 (0,00 - 2,39) b			
	Tomate	15/21	3,33 ± 0,76 (0-13)		2,47 ± 0,57 (0,00 - 9,01) a			
Primeiras E1 sucedidas por E2 sustentada	Cenoura	7/18	0,83 ± 0,30 (0-4) b	0,001	0,23 ± 0,10 (0,00 - 1,44) b	0,001		
	Losna	14/15	2,20 ± 0,38 (0-6) a		6,77 ± 2,75 (0,00 - 32,5) a			
	Pimentão	0/17	0,00 ± 0,00 (0-0)		0,00 ± 0,00			
	Tomate	10/21	0,81 ± 0,23 (0-3) b		0,79 ± 0,31 (0,00 - 5,46) b			

Continuação

Duração total de fases de floema com E2	Cenoura	12/18			$85,72 \pm 22,64$ (0,9 - 203,61) bc	0,001	
	Losna	15/15			$258,33 \pm 37,32$ (31,21 - 449,47) a		
	Pimentão	5/17			$8,39 \pm 2,03$ (4,47 - 14,84) c		
	Tomate	16/21			$46,84 \pm 10,97$ (11,37 - 188,66) b		
E2 sustentadas (>10 min)	Cenoura	7/18	$0,83 \pm 0,30$ (0-4) b	0,001			$43,60 \pm 11,15$ (13,02 - 156,0) a
	Losna	14/15	$2,47 \pm 0,46$ (0-6) a				$92,89 \pm 18,97$ (10,05 - 439,86) a
	Pimentão	0/17	$0,00 \pm 0,00$ (0-0)				$0,00 \pm 0,00$
	Tomate	10/21	$0,86 \pm 0,25$ (0-4) b				$24,40 \pm 3,70$ (11,25 - 76,90) a
Número de fases floemáticas	Cenoura	18/18	$18,72 \pm 2,11$ (3-35) a	0,001			
	Losna	15/15	$9,13 \pm 2,23$ (2-26) b				
	Pimentão	16/17	$7,24 \pm 1,41$ (0-19) b				
	Tomate	21/21	$11,95 \pm 1,48$ (2-23) ab				
Tempo do início do registro até a primeira E2 sustentada	Cenoura	7/18			$372,20 \pm 33,93$ (92,68 - 480,00) b	0,001	
	Losna	14/15			$148,15 \pm 32,63$ (16,69 - 480,00) c		
	Pimentão	0/17			$480,00 \pm 0,00$ a		
	Tomate	10/21			$390,74 \pm 26,72$ (65,09 - 480,00) b		
Tempo da primeira prova à primeira E2 sustentada	Cenoura	7/18			$368,70 \pm 33,42$ (92,44 - 480,00) ab	0,001	
	Losna	14/15			$143,77 \pm 32,03$ (15,75 - 479,48) c		
	Pimentão	0/17			$478,75 \pm 0,46$ (472,38 - 480,00) a		
	Tomate	10/21			$389,21 \pm 26,59$ (64,90 - 480,00) b		
Tempo do início do registro de EPG até primeira E2	Cenoura	12/18			$257,49 \pm 45,94$ (19,38 - 480) bc	0,001	
	Losna	15/15			$97,96 \pm 17,75$ (16,69 - 273,04) c		
	Pimentão	5/17			$404,71 \pm 33,00$ (51,26 - 480,00) a		
	Tomate	16/21			$270,92 \pm 33,76$ (55,98 - 480,00) b		

Continuação

Tempo da primeira prova até a primeira E2	Cenoura	12/18	253,99 ± 45,67 (19,38 – 480,00) b	<u>0,001</u>
	Losna	15/15	93,58 ± 16,64 (14,21 - 250,08) c	
	Pimentão	5/17	403,45 ± 32,98 (49,45 – 480,00) a	
	Tomate	16/21	269,39 ± 33,51 (55,93 – 480,00) ab	

^a**Não prova:** atividade de não prova, sem contato do estilete com os tecidos da planta; **prova:** inserção do estilete na planta com qualquer duração ou propósito; **onda C:** caminhamento do estilete no espaço intercelular onde o inseto apresenta uma atividade cíclica de penetração estiletar mecânica e secreção salivar; **onda D:** representa o contato inicial com o floema; **onda E1:** salivagem nos elementos crivados de floema; **onda E2:** correlacionada com ingestão passiva de floema; **onda G:** ingestão de xilema.

^b**PPW**= Proporção de indivíduos que produzem uma determinada onda ou atividade. **NWEI** = número de eventos de onda por inseto. **WDI** = duração de onda (min) por inseto. **WDE** = duração de onda (min) por evento.

^cDados de p sublinhados foram analisados pelo teste de médias ANOVA ($P < 0,05$) e quando houve diferença, pelo teste paramétrico Tukey ($p < 0,05$). Dados de p não sublinhados foram analisados por Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) e posteriormente, quando houve diferença pelo teste de Steel-Dwass ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores das variáveis de *Electrical Penetration Graph* (EPG) (média $\pm$ erro padrão, amplitude; em minutos) sequenciais e não sequenciais para imaturos de *Russelliana solanicola* se alimentando em diferentes plantas hospedeiras durante 8 h de registro.

Variáveis ^a	Plantas	PPW ^b	NWEI ^b	P ^c	WDI ^b	P	WDE ^b	P
Não sequenciais								
Não prova	Cenoura	16/16	31,88 $\pm$ 3,22 (10-49) a	0,001	95,87 $\pm$ 13,78 (21,90 - 196,81) a	0,001	3,06 $\pm$ 0,39 (0,11 - 114,68) a	0,001
	Losna	15/15	14,73 $\pm$ 2,47 (4-37) b		42,99 $\pm$ 9,09 (3,23 - 99,26) b		2,99 $\pm$ 0,36 (0,15 - 44,16) a	
	Pimentão	18/18	42,61 $\pm$ 3,60 (4-72) a		116,79 $\pm$ 19,39 (15,32 - 363,64) a		2,77 $\pm$ 0,22 (0,03 - 96,45) a	
	Tomate	16/16	46,31 $\pm$ 4,77 (22-80) a		72,74 $\pm$ 8,34 (23,63 - 119,64) ab		1,58 $\pm$ 0,12 (0,08 - 43,29) b	
Prova	Cenoura	16/16	31,50 $\pm$ 3,22 (10-49) a	0,001	384,13 $\pm$ 13,78 (283,19 - 458,09) b	0,001	12,19 $\pm$ 1,11 (0,16 - 371,86) b	0,001
	Losna	15/15	14,67 $\pm$ 2,45 (4-37) b		437,01 $\pm$ 9,09 (380,74 - 476,77) a		29,80 $\pm$ 4,79 (0,17 - 456,89) a	
	Pimentão	18/18	42,50 $\pm$ 3,58 (4-72) a		363,08 $\pm$ 19,37 (116,36 - 464,68) b		8,54 $\pm$ 0,58 (0,17 - 215,87) bc	
	Tomate	16/16	46,06 $\pm$ 4,78 (22-80) a		407,26 $\pm$ 8,34 (360,36 - 456,36) ab		8,84 $\pm$ 0,63 (0,15 - 162,11) c	
C	Cenoura	16/16	32,88 $\pm$ 3,32 (10-50) a	0,001	298,49 $\pm$ 21,23 (114,55 - 425,70) a	<u>0,001</u>	5,05 $\pm$ 0,22 (0,00 - 73,45) a	0,001
	Losna	15/15	14,33 $\pm$ 2,46 (4-37) b		135,15 $\pm$ 14,26 (22,93 - 244,25) b		5,52 $\pm$ 0,38 (0,01 - 55,2) a	
	Pimentão	18/18	43,67 $\pm$ 3,53 (6-72) a		326,94 $\pm$ 18,03 (102,85 - 447,29) a		5,95 $\pm$ 0,36 (0,02 - 187,95) a	
	Tomate	16/16	47,00 $\pm$ 4,91 (24-82) a		281,10 $\pm$ 13,42 (147,79 - 364,79) a		4,13 $\pm$ 0,15 (0,01 - 70,93) b	
D	Cenoura	16/16	29,50 $\pm$ 3,31 (10-56) a	<u>0,001</u>	10,42 $\pm$ 1,26 (2,50 - 18,48) a	<u>0,001</u>	0,35 $\pm$ 0,01 (0,10 - 1,25) c	0,001
	Losna	15/15	10,53 $\pm$ 1,74 (2-20) b		3,90 $\pm$ 0,64 (1,06 - 10,34) b		0,37 $\pm$ 0,02 (0,11 - 1,57) c	
	Pimentão	16/18	12,39 $\pm$ 2,35 (0-33) b		7,21 $\pm$ 1,55 (0,00 - 23,70) ab		0,58 $\pm$ 0,02 (0,14 - 2,01) a	
	Tomate	16/16	22,44 $\pm$ 2,74 (10-48) a		10,27 $\pm$ 0,89 (3,93 - 15,00) a		0,46 $\pm$ 0,01 (0,15 - 2,09) b	
E1	Cenoura	16/16	26,75 $\pm$ 2,73 (10-45) a	<u>0,001</u>	16,56 $\pm$ 2,03 (1,90 - 29,43) b	0,001	0,62 $\pm$ 0,04 (0,02 - 12,7) c	0,001
	Losna	15/15	11,53 $\pm$ 1,79 (2-22) b		22,8 $\pm$ 8,49 (0,12 - 132,18) b		1,98 $\pm$ 0,37 (0,03 - 40,24) bc	
	Pimentão	15/18	11,72 $\pm$ 2,33 (0-33) b		15,62 $\pm$ 3,99 (0 - 62,46) b		1,33 $\pm$ 0,15 (0,10 - 17,04) ab	
	Tomate	16/16	22,38 $\pm$ 2,77 (10-46) a		32,51 $\pm$ 8,42 (0,76 - 136,48) a		2,16 $\pm$ 0,24 (0,03 - 61,62) a	
E2	Cenoura	09/16	4,31 $\pm$ 1,56 (0-19) ab	<u>0,001</u>	49,36 $\pm$ 23,43 (0 - 316,19) bc	0,001	11,45 $\pm$ 2,50 (0,16 - 96,23) ab	0,005
	Losna	15/15	8,60 $\pm$ 1,30 (2-16) a		274,42 $\pm$ 20,14 (138,83 - 445,51) a		31,91 $\pm$ 5,16 (0,15 - 397,09) a	
	Pimentão	6/18	1,28 $\pm$ 0,56 (0-9) b		3,47 $\pm$ 1,70 (0,00 - 26,45) c		2,72 $\pm$ 0,79 (0,20 - 16,87) b	
	Tomate	16/16	6,12 $\pm$ 1,20 (1-19) a		68,90 $\pm$ 15,22 (0,11 - 188,00) b		11,25 $\pm$ 2,37 (0,09 - 140,01) b	

Continuação

G	Cenoura	12/16	1,50 ± 0,29 (0-3) ab	0,012	19,71 ± 7,82 (0,00 - 128,88) ab	0,020	13,14 ± 2,68 (3,92 - 56,41)	0,881
	Losna	6/15	0,47 ± 0,16 (0-2) b		4,65 ± 2,00 (0,00 - 22,92) b		9,95 ± 3,10 (1,66 - 22,92)	
	Pimentão	16/18	1,56 ± 0,28 (0-5) a		17,05 ± 5,27 (0,00 - 98,58) a		10,96 ± 2,10 (0,00 - 58,14)	
	Tomate	11/16	1,06 ± 0,23 (0-3) ab		8,83 ± 2,14 (0,00 - 29,22) ab		8,31 ± 1,00 (0,46 - 15,97)	
Sequenciais								
Número de D não sucedida por E1	Cenoura	11/16	3,19 ± 0,91 (0-12) ab	0,011	1,29 ± 0,35 (0,00 - 4,41) a	0,029		
	Losna	5/15	0,40 ± 0,16 (0-2) b		0,25 ± 0,10 (0,00 - 1,27) a			
	Pimentão	7/18	1,11 ± 0,56 (0-8) ab		0,80 ± 0,48 (0,00 - 8,19) a			
	Tomate	12/16	1,38 ± 0,30 (0-4) a		0,91 ± 0,22 (0,00 - 2,69) a			
Número de E1 não sucedida por E2	Cenoura	16/16	22,38 ± 3,48 (4-45) a	0,001	13,93 ± 2,40 (0,76 - 29,25) a	0,001		
	Losna	12/15	2,60 ± 0,63 (0-8) c		2,47 ± 0,96 (0,00 - 13,57) b			
	Pimentão	15/18	10,11 ± 2,00 (0-29) b		13,61 ± 3,62 (0,00 - 58,19) a			
	Tomate	16/16	15,88 ± 2,54 (4-36) ab		48,43 ± 8,54 (1,70 - 142,36) a			
Duração da E2 mais longa	Cenoura	9/16			30,48 ± 12,24 (0,20 - 96,23) b	0,001		
	Losna	15/15			152,30 ± 24,68 (49,39 - 397,09) a			
	Pimentão	6/18			6,15 ± 2,45 (0,50 - 16,87) b			
	Tomate	16/16			39,58 ± 11,15 (0,11 - 140,01) b			
Primeiras E1 sucedidas por E2	Cenoura	8/16	2,94 ± 1,08 (0-12) ab	0,014	1,08 ± 0,49 (0,00 - 7,42) bc	0,001		
	Losna	11/15	3,93 ± 0,97 (0-11) a		3,60 ± 1,00 (0,00 - 11,39) ab			
	Pimentão	5/18	1,17 ± 0,56 (0-9) b		0,48 ± 0,26 (0,00 - 4,29) c			
	Tomate	14/16	3,75 ± 0,79 (0-10) a		5,69 ± 1,50 (0,00 - 20,89) a			
Primeiras E1 sucedidas por E2 sustentada	Cenoura	4/16	1,00 ± 0,51 (0-6) bc	0,001	0,19 ± 0,10 (0,00 - 1,27) bc	0,001		
	Losna	15/15	3,67 ± 0,40 (2-8) a		7,49 ± 1,83 (0,12 - 24,54) a			
	Pimentão	1/18	0,06 ± 0,06 (0-1) c		0,13 ± 0,13 (0,00 - 2,42) c			
	Tomate	11/16	1,56 ± 0,36 (0-4) b		4,81 ± 2,47 (0,00 - 32,47) ab			

Continuação

Duração total de fases de floema com E2	Cenoura	9/16			92,33 ± 38,24 (0,47 - 317,33) b	0,001	
	Losna	15/15			294,05 ± 19,29 (141,28 - 445,63) a		
	Pimentão	6/18			13,92 ± 4,51 (1,12 - 28,81) b		
	Tomate	16/16			83,97 ± 17,43 (0,40 - 208,98) b		
E2 sustentadas (> 10 min)	Cenoura	4/16	1,00 ± 0,51 (0-6) b	0,001			41,28 ± 6,57 (14,28 - 96,23) ab
	Losna	15/15	3,73 ± 0,41 (2-8) a				70,9 ± 9,68 (11,60 - 397,09) a
	Pimentão	1/18	0,06 ± 0,06 (0-1) c				16,87 ± 0,00 c
	Tomate	11/16	1,63 ± 0,40 (0-5) b				36,99 ± 6,77 (10,54 - 140,01) b
Número de fases floemáticas	Cenoura	16/16	26,31 ± 2,75 (10-45) a	0,001			
	Losna	15/15	10,13 ± 1,69 (2-20) c				
	Pimentão	15/18	11,33 ± 2,23 (0-32) bc				
	Tomate	16/16	21,25 ± 2,64 (10-44) ab				
Tempo do início do registro até a primeira E2 sustentada	Cenoura	4/16			393,59 ± 43,39 (6,75 - 480,00) ab	0,001	
	Losna	15/15			77,67 ± 16,34 (8,93 - 226,14) c		
	Pimentão	1/18			465,86 ± 14,14 (225,54 - 480,00) a		
	Tomate	11/16			238,88 ± 46,14 (34,75 - 480,00) b		
Tempo da primeira prova à primeira E2 sustentada	Cenoura	4/16			393,14 ± 43,37 (6,75 - 480,00) ab	0,001	
	Losna	15/15			73,75 ± 16,10 (8,93 - 226,14) c		
	Pimentão	1/18			464,86 ± 14,11 (225,21 - 480,00) a		
	Tomate	11/16			237,42 ± 46,22 (32,23 - 480,00) b		
Tempo do início do registro de EPG até a primeira E2	Cenoura	09/16			280,15 ± 50,97 (6,75 - 480,00) ab	0,001	
	Losna	15/15			61,18 ± 11,40 (8,93 - 146,94) c		
	Pimentão	6/18			361,35 ± 42,55 (9,97 - 480,00) a		
	Tomate	16/16			145,49 ± 34,27 (7,94 - 413,55) bc		

Continuação

Tempo da primeira prova até a primeira E2	Cenoura	09/16	279,70 ± 50,93 (6,75 – 480,00) ab	0,001
	Losna	15/15	57,26 ± 11,03 (8,93 - 132,16) c	
	Pimentão	6/18	360,35 ± 42,45 (9,66 – 480,00) a	
	Tomate	16/16	144,03 ± 34,39 (7,94 - 412,62) bc	

^a**Não prova:** atividade de não prova, sem contato do estilete com os tecidos da planta; **prova:** inserção do estilete na planta com qualquer duração ou propósito; **onda C:** caminhamento do estilete no espaço intercelular onde o inseto apresenta uma atividade cíclica de penetração estiletar mecânica e secreção salivar; **onda D:** representa o contato inicial com o floema; **onda E1:** salivagem nos elementos crivados de floema; **onda E2:** correlacionada com ingestão passiva de floema; **onda G:** ingestão de xilema.

^b**PPW**= Proporção de indivíduos que produzem uma determinada onda ou atividade. **NWEI** = número de eventos de onda por inseto. **WDI** = duração de onda (min) por inseto. **WDE** = duração de onda (min) por evento.

^cDados de p sublinhados foram analisados pelo teste de médias ANOVA ($P < 0,05$) e quando houve diferença, pelo teste paramétrico Tukey ($p < 0,05$). Dados de p não sublinhados foram analisados por Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) e posteriormente, quando houve diferença pelo teste de Steel-Dwass ($p < 0,05$).

Em relação ao índice potencial de E2, o valor mais alto observado para alimentação de adultos foi em plantas de losna-branca ($61,89 \pm 8,10$), seguido pelos demais tratamentos, os quais não apresentaram diferença estatística entre si (Figura 2, A). Para imaturos, insetos se alimentando em losna-branca e cenoura foram iguais em relação ao valor médio do índice ($65,14 \pm 3,79$ e $26,32 \pm 10,11$ respectivamente), porém, em cenoura não apresentaram diferença estatística em relação aos demais tratamentos (Figura 2, B).

Figura 2. Valores médios ($\pm$ Erro Padrão) da variável índice potencial de E2 obtido com adultos (A) e imaturos (B) de *Russelliana solanicola* se alimentando de diferentes plantas, utilizando a técnica *Electrical Penetration Graph* (EPG). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Steel-Dwass ($P < 0,05$).

4.4. Discussão

O termo “planta hospedeira” tem sido largamente utilizado nos últimos anos para plantas que são utilizadas pelos insetos apenas para alimentação, e não somente para as verdadeiras hospedeiras, ou seja, plantas que propiciam o desenvolvimento de imaturos (Burckhardt et al, 2014). Esse mau uso pode gerar diversos problemas, dentre eles manejo incorreto de insetos praga e vetores de patógenos. Considerando o potencial de transmissão de fitopatógenos de *R. solanicola*, incluindo CaLsol (Chávez et al, 2003; Jeffries, 2006; Serbina et al, 2015; Syfert et al, 2017), conhecer suas plantas de alimentação ou casuais e aquelas que possibilitam o desenvolvimento de imaturos e consequente aumento populacional é uma tática importante para países que ainda não possuem esta bactéria ou para aqueles sob risco de introdução do inseto. Para esse tipo de estudo e até mesmo para análise de risco, o uso de EPG tem sido estudado e vêm apresentando bons resultados (Girma et al, 1992; Sandanayaka & Page-Weir, 2009; Sandanayaka et al, 2012; Sandanayaka et al, 2017). Neste estudo, essa ferramenta gerou dados importantes para a melhor compreensão de *R. solanicola* e suas interações com plantas olerícolas.

A frequência média de provas (NWEI) foi mais baixa no hospedeiro mais adequado para o desenvolvimento (losna-branca) do que em hospedeiros pouco adequados (cenoura) e em plantas não hospedeiras (tomate e pimentão). Este fato condiz com o observado por Girma et al (1992), os quais verificaram que houve uma diminuição da frequência média de provas para o pulgão do trigo se alimentando em diferentes cultivares desse cereal e em plantas menos preferidas como aveia e centeio em relação a sua planta não hospedeira (sorgo). Apesar disso, os mesmos autores verificaram que também existia aumento na frequência de salivação para pulgão em sua planta não hospedeira. Este comportamento também foi observado por Valenzuela et al (2017), os quais verificaram maior número de ondas E1 (salivação) em fumo-bravo (pior hospedeira) do que em berinjela (melhor hospedeira) para a espécie *Acizzia solanicola* (Hemiptera: Psyllidae).

Em trabalhos realizados com psílídeos, Munyaneza et al (2016) e Antolinez et al (2017a) observaram uma diminuição e até inexistência do comportamento de salivação destes insetos em plantas não hospedeiras. No presente trabalho, os números de D e E1 (salivação) foram menores tanto para losna-branca (planta hospedeira) quanto para pimentão (planta não hospedeira), porém, esses tipos de onda ocorreram para todas as plantas testadas. Em losna-branca os insetos ao chegarem ao floema, na grande maioria dos casos, continuavam nessa fase floemática ingerindo seiva do floema (onda E2), realizando então poucos eventos por registro.

No caso de pimentão, a pouca preferência do inseto pela planta, resultou em poucas tentativas de chegar ao floema e de se alimentar, muito menos que as plantas de cenoura e tomate. É importante ressaltar que em teste com *Bactericera trigonica* em cenoura, apenas 30 s de onda E1 já resultou em inoculação de CaLsol (Antolinez et al, 2017b). Este tempo mínimo foi realizado por *R. solanicola* em todas as plantas testadas neste trabalho.

Em relação as ondas D e E1 ocorrendo sozinhas, o tratamento com insetos se alimentando em losna-branca teve o menor número e duração ou ficou no grupo dos menores tanto para adultos quanto para imaturos, pois os insetos nessa planta foram eficientes nas tentativas e deram mais continuidade na fase floemática do que os demais tratamentos. Por meio das observações destes dados e dos demais, tanto para adultos quanto de imaturos, é possível diferenciar a planta hospedeira (losna-branca) de uma planta não hospedeira (pimentão).

Fazendo uma comparação entre as médias de salivação e ingestão, pode-se verificar que insetos se alimentando em losna-branca, cenoura e tomate passaram mais tempo ingerindo (E2) que salivando (E1), ocorrendo o contrário no caso de pimentão, tanto para adultos quanto imaturos. Girma et al (1992) também observaram que o pulgão do trigo dispendeu mais tempo na duração média de salivação por pulgão e menos tempo médio de duração em ingestão enquanto se alimentava de sorgo (planta não hospedeira) do que quando se alimentava das outras plantas hospedeiras testadas. Já os psilídeos *B. cockerelli* (Munyanze et al, 2016) e *B. tremblayi* (Antolinez et al, 2017a) se alimentando em cenoura (não hospedeira nos dois casos), não tiveram esse comportamento.

Cenoura e tomate foram os tratamentos intermediários com a grande maioria das médias sendo iguais estatisticamente para as variáveis selecionadas neste trabalho. Apesar disto, os valores de duração do evento da onda E2 e de E2 sustentada apresentaram diferença entre insetos adultos e imaturos se alimentando nessas plantas. Para adultos, a duração média do evento E2 foi igual entre insetos sobre tomate e losna-branca, enquanto que, em insetos se alimentando em losna-branca foi maior que aqueles em cenoura. Ainda em relação à adultos, não houve diferença estatística entre as durações do evento de E2 sustentada. Para imaturos, insetos em cenoura apresentaram valores médios iguais estatisticamente aqueles em losna-branca (planta hospedeira) para estas duas variáveis, enquanto para os que estavam em tomate os valores foram menores que para os que estavam em losna-branca.

A diferença entre o comportamento alimentar de adultos e imaturos também pode ser observada analisando-se a variável de índice potencial de E2, a qual para adultos só apresenta diferença entre insetos em losna-branca (maior valor) em relação aos demais tratamentos. Para imaturos, insetos em cenoura apresentaram média igual estatisticamente aos que estavam em

losna-branca, apesar de também não se diferenciar dos demais tratamentos. Este índice foi criado por Girma et al (1992) exatamente para ser uma ferramenta de diferenciação entre plantas hospedeiras, e em nosso caso apresenta diferença entre o comportamento de adultos e imaturos se alimentando das diferentes plantas testadas.

Informações sobre o comportamento alimentar de psílídeos, são importantes para conhecer suas relações com plantas hospedeiras, mas também para entender os riscos que estes insetos podem apresentar como potenciais vetores de patógenos. O estudo com EPG já foi utilizado para verificar a possibilidade de transmissão de ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ (CaLsol) de batata para cenoura (Munyanze et al, 2016) e de cenoura para batata (Antolinez et al, 2017a). Baseando-se principalmente nas ondas E1 e E2, e realizando as correlações com os resultados de análise molecular nos dois casos, é possível perceber que mesmo em plantas onde o inseto realiza poucas E1 e E2 pode existir o risco de transmissão, mesmo que em baixo número. Os resultados demonstram que diferenças no complexo de psílídeos presentes em cada cultivo pode se estender a diferenças no complexo dos haplótipos de CaLsol presentes (Munyanze et al, 2016). A espécie *R. solanicola* realizou essas ondas (E1 e E2) em todas as plantas testadas, e também já se sabe que pode se alimentar e desenvolver tanto em batata quanto cenoura (Capítulo 3), sendo a única espécie de psílídeo nas Américas conhecida até o momento capaz de se desenvolver em cenoura.

Os resultados das análises feitas por Syfert et al (2017) demonstram que *R. solanicola* tem potencial para invasão em muitas partes do mundo com condições ambientais para o cultivo de batata, e que esta espécie faz parte de um grupo de psílídeos que apresenta uma amplitude ambiental maior que outros grupos dentro do mesmo gênero. Esta possível dispersão aliada à ampla gama de plantas de alimentação e hospedeiras utilizadas por esta espécie torna a mesma um grande risco no caso da introdução da bactéria CaLsol em países onde este psílídeo está presente ou pode ser introduzido futuramente, pois seu comportamento indica mais atividade em diferentes plantas que os psílídeos testados por Munyanze et al (2016) e Antolinez et al (2017a). Apesar disso, mais estudos são necessários, pois é preciso testar se o inseto é capaz de adquirir e de inocular a bactéria, o que segundo os resultados obtidos por Antolinez et al (2017a) está relacionados a mais fatores do que alimentação ou não na planta, uma vez que uma das espécies utilizadas em seus estudos, *B. tremblayi*, foi capaz de adquirir a bactéria mas não de inoculá-la.

4.5. Conclusões

- Ninfas e adultos de *Russelliana solanicola* exibem atividade estiletar floemática em todas as plantas testadas, porém, a ingestão de seiva é favorecida na planta hospedeira mais adequada para o desenvolvimento de imaturos (losna-branca).
- A técnica de EPG permite diferenciar o comportamento alimentar entre uma planta hospedeira adequada (losna-branca) e uma não hospedeira (pimentão), mas a diferença entre planta hospedeira não adequada (cenoura) e planta de alimentação ou casual (tomate) não fica evidente.

Referências

- ALFARO-FERNÁNDEZ, A.; SIVERIO, F.; CEBRIÁN, M. C.; VILLAESCUSA, F. J.; FONT, M. I. 'Candidatus Liberibacter solanacearum' associated with *Bactericera trigonica* – affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease*, v. 96, n. 4, p. 581, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-10-11-0878-PDN>
- ANTOLINEZ, C. A.; FERERES, A.; MORENO, A. Sex-specific probing behaviour of the carrot psyllid *Bactericera trigonica* and its implication in the transmission of 'Candidatus Liberibacter solanacearum'. *European Journal of Plant Pathology*, v. 147, n. 3, p. 627-637, 2016. DOI: 10.1007/s10658-016-1031-6
- ANTOLINEZ, C. A.; FERERES, A.; MORENO, A. Risk assessment of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' transmission by the psyllids *Bactericera trigonica* and *B. tremblayi* from Apiaceae crops to potato. *Scientific Reports*, v. 7, n. 45534, p. 1-10, 2017a. DOI: 10.1038/srep45534
- ANTOLINEZ, C. A.; MORENO, A.; APEZZATO-DA-GLORIA, B.; FERERES, A. Characterization of the electrical penetration graphs of the psyllid *Bactericera trigonica* on carrots. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 163, p. 127-139, 2017b. DOI: 10.1111/eea.12565
- BONANI, J. P.; FERERES, A.; GARZO, E.; MIRANDA, M. P.; APEZZATO-DA-GLORIA, B.; LOPES, J. R. S. Characterization of electrical penetration graphs of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in sweet orange seedlings. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 134, n. 35-49, 2010.

- BURCKHARDT, D.; OUVARD, D.; QUEIROZ, D.; PERCY, D. Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. *Florida Entomologist*, v. 97, n. 1, p. 242-246, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.097.0132>
- CHÁVEZ, R.; SALAZAR, L.; UPADHYA, M.; CHUJOY, E.; CABELLO, R.; GARCIA, A.; LINARES, J. Susceptibilidad y resistencia genética de campo al nuevo virus de la papa SB-29 en poblaciones tetraploides de papa (*Solanum tuberosum* L. $2n = 4x = 48$ AAAA) en agroecosistemas áridos. *IDESIA*, v. 21, n. 1, p. 9-22, 2003.
- FERERES, A. Insect vectors as drivers of plant virus emergence. *Current Opinion in Virology*, v. 10, p. 42-46, 2015. DOI: 10.1016/j.coviro.2014.12.008
- GIRMA, M.; WILDE, G. E.; REESE, J. C. Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) feeding behavior on host and nonhost plants. *Journal of Economic Entomology*, v. 85, n. 2, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/85.2.395>
- JEFFRIES, C. J. Potato. 2006. Disponível em: FAO/IPGRI Technical guidelines for the safe movement of germplasm. Available from: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACJ008.pdf. Acesso em 28 de julho de 2017.
- MCLEAN, D. L., KINSEY, M. G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. *Nature*, v. 202, p. 1358-1359, 1964
- MCLEAN, D. L., KINSEY, M. G. Probing behavior of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. II. Comparisons of salivation and ingestion in host and non-host plant leaves. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 61, p. 730-739, 1968.
- MUNYANEZA, J. E.; CROSSLIN, J. M.; UPTON, J. E. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with 'Zebra Chip', a New Potato disease in Southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*, v. 100, n. 3, p. 656-663, 2007. DOI: [http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[656:AOBCHP\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[656:AOBCHP]2.0.CO;2)
- MUNYANEZA, J. E.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; GARCZYNSKI, S. F.; NISSINEN, A.; LEMMETTY, A. Association of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' with the psyllid *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Europe. *Journal of Economic Entomology*, v. 103, p. 1060-1070, 2010. DOI: 10.1603/EC10027
- MUNYANEZA, J. E.; MUSTAFA, T.; FISHER, T. W.; SENGODA, V. G.; HORTON, D. R. Assessing the likelihood of transmission of *Candidatus* Liberibacter solanacearum to carrot by potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Plos One*, v. 11, n. 8, p. 1-16, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0161016
- PEARSON, C.C.; BACKUS, E. A.; SHUGART, H. J.; MUNYANEZA, J. E. Characterization and correlation of EPG waveforms of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae):

- variability in waveform appearance in relation to applied signal. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 107, n. 3, p. 650-666, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1603/AN13178>
- SANDANAYAKA, W. R. M.; PAGE-WEIR, N. E. M. Evaluation of host testing by comparing ingestion and settling behaviours. *New Zealand Plant Protection*, v. 62, p. 191-196, 2009.
- SANDANAYAKA, W. R. M.; JIA, Y.; CHARLES, J. G. EPG technique as a tool to reveal host plant acceptance by xylem sap-feeding insects. *Journal of Applied Entomology*, v. 137, n. 7, 2012. DOI: 10.1111/jen.12025
- SARRIA, E.; CID, M.; GARZO, E.; FERERES, A. Excel workbook for automatic parameter calculation of EPG data. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 67, n. 35-42, 2009.
- SERBINA, L.; BURCKHARDT, D.; BIRKHOFFER, K.; SYFERT, M.; HALBERT, S. E. The potato pest *Russelliana solanicola* Tuthill (Hemiptera: Psylloidea): taxonomy and host-plant patterns. *Zootaxa*, v. 4021, n. 1, 2015. DOI: 10.11646/zootaxa.4021.1.2.
- SYFERT, M. M.; SERBINA, L.; BURCKHARDT, D.; KNAPP, S.; PERCY, D. M. Emerging new crop pests: Ecological modelling and analysis of the south American potato psyllid *Russelliana solanicola* (Hemiptera: Psylloidea) and its wild relatives. *PLoS ONE*, v. 12, n. 1, p. 1-18, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167764>
- TJALLINGII, W. F. Electronic recording of penetration behaviour by aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 24, p. 721-730, 1978.
- TJALLINGII, W. F. (1988). Electrical recording of stylet penetration activities. In: A. K. Minks & P. Harrewign (eds). *Aphids, their biology, natural enemies and control*, vol. B. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, pp. 95-108.
- ULLMAN, D. E.; MCLEAN, D. L. The probing behavior of the summer-form pear psylla. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 47, p. 115-125, 1988.
- VALENZUELA, I.; TREBICKI, P.; POWELL, K. S.; VEREIJSEN, J.; NORNG, S.; YEN, A. L. *Acizzia solanicola* (Hemiptera: Psyllidae) probing behaviour on two *Solanum* spp. Ando implications for possible pathogen spread. *PLoS ONE*, v. 12, n. 6, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178609>
- YOUN, Y.; BACKUS, E. A.; SERIKAWA, R. H.; STELINSKI, L. L. Correlation of an electrical penetration graph waveform with walking by asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, v. 94, n. 4, p. 1084 – 1087, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.094.0456>

APÊNDICE

APÊNDICE A. Variáveis da técnica de *Electrical Penetration Graph* (EPG) selecionadas do teste com *Russelliana solanicola* (adultos e imaturos) se alimentando de diferentes plantas e intervalo de valores que podem apresentar.

Variáveis		Valor que pode assumir
Não sequenciais		
Número de eventos de onda por inseto	Não prova, Prova, C, D, E1, E2, G	0 ou o valor
Duração de onda por inseto	Não prova, Prova, C, D, E1, E2, G	0 ou o valor
Duração de onda por evento	Não prova, Prova, C, D, E1, E2, G	Dado não avaliado ou o valor
Sequenciais		
Número de eventos de onda por inseto	Provas até primeira E1	Valor de provas total ou valor
	D não sucedida por E1	0 ou o valor
	E1 não sucedida por E2	0 ou o valor
	Primeiras E1 seguidas por E2	0 ou o valor
	Primeiras E1 seguidas por E2>10 min	0 ou o valor
	E2 >10 min	Dado não avaliado ou o valor
	Fases floemáticas	0 ou o valor
Duração de onda por inseto	D não sucedida por E1	0 ou o valor
	E1 não sucedida por E2	0 ou o valor
	Mais longa E2	Dado não avaliado ou o valor
	Primeiras E1 seguidas por E2	0 ou o valor
	Primeiras E1 seguidas por E2>10 min	0 ou o valor
	Fases floemáticas com E2	Dado não avaliado ou o valor
	Tempo do início do registro até primeira prova	Sempre há valor
	Tempo do início da primeira prova até primeira D	Valor máximo* ou o valor
	Tempo do início do registro até primeira E	Valor máximo ou o valor
	Tempo da primeira prova até a primeira E	Valor máximo ou o valor

Continuação

	Tempo do início do registro até a primeira E2>10 min	Valor máximo ou o valor
	Tempo da primeira prova à primeira E2>10 min	Valor máximo ou o valor
	Tempo do início desta prova até a primeira E2>10 min	Dado não avaliado ou o valor
	Tempo do início do registro de EPG até a primeira E2	Valor máximo ou o valor
	Tempo da primeira prova até a primeira E2	Valor máximo ou o valor
	Tempo do início desta prova até a primeira E2	Dado não avaliado ou o valor
Duração de onda por evento	E2 >10 min	Dado não avaliado ou o valor
Valor por inseto	Índice de E2 potencial	Dado não avaliado ou o valor

* Valor máximo do registro é igual a 479,98 minutos.