

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



DISSERTAÇÃO

**Biologia e Comportamento Reprodutivo de *Palpita forficifera* (Lepidoptera:
Crambidae)**

Tiago Scheunemann

Pelotas, 2018

Tiago Scheunemann

**Biologia e Comportamento Reprodutivo de *Palpita forficifera* (Lepidoptera:
Crambidae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade (área de conhecimento: Entomologia).

Orientador: Dr. Dori Edson Nava

Coorientador: Prof. Dr. Anderson Dionei Grützmacher

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S328b Scheunemann, Tiago

Biologia e Comportamento Reprodutivo de *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae) / Tiago Scheunemann ; Dori Edson Nava, orientador ; Anderson Dionei Grützmacher, coorientador. — Pelotas, 2018.

73 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Pragas da oliveira. 2. Lagarta-da-oliveira. 3. Bioecologia. 4. Comportamento sexual. I. Nava, Dori Edson, orient. II. Grützmacher, Anderson Dionei, coorient. III. Título.

CDD : 595.78

Banca examinadora:

Dr. Dori Edson Nava (Orientador)

Doutor em Entomologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Universidade de São Paulo.

Prof. Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Doutor em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Daniel Bernardi

Doutor em Entomologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Universidade de São Paulo.

Dra. Gabriela Inés Diez-Rodríguez

Doutora em Entomologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Universidade de São Paulo.

*Aos meus pais Ilmar Scheunemann, minha mãe Nélvia Beiersdorf
Scheunemann e meu irmão Timóteo Scheunemann, pelo carinho
e orientação desde os meus primeiros passos,*

Dedico e Ofereço

*A Deus pela saúde e disposição para superar obstáculos, oferecendo
sempre a oportunidade de vivenciar momentos especiais.*

Agradeço

Agradecimentos

A Deus, por tudo que ele tem me proporcionado;

Aos meus pais, Ilmar e Nélvia, pessoas que sempre estiveram ao meu lado, nos momentos bons e ruins da vida, pelo amor, carinho e pelos ensinamentos de vida que me proporcionaram;

Ao meu irmão Timóteo Scheunemann, minha cunhada Aline Klug Radke e meu sobrinho Henrique Radke Scheunemann pela convivência em toda caminhada da vida, pelo carinho que tem por mim, por terem me incentivado e sempre me proporcionado grandes ensinamentos e ajuda no desenvolvimento de humano;

Aos familiares que sempre me apoiaram em todos os momentos, mesmo próximos ou distantes, sempre me estimularam a continuar nesta caminhada;

A minha namorada, Mestranda Alexandra Peter Krüger, pela convivência, ensinamentos, companheirismo, pelos momentos de compreensão e momentos de estudos;

A família da minha namorada que sempre me apoiou em todos os momentos, em especial Gladis Peter Krüger e Walter Antônio Krüger os quais sempre estiveram presentes, servindo de estímulo para continuar nesta caminhada;

A Universidade Federal de Pelotas (UFPel), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM) pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado;

Ao Dr. Dori Edson Nava, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, pela orientação e ensinamentos, pelas oportunidades concedidas durante a Graduação e Mestrado, pela confiança, amizade, pelos conselhos e incentivos e pelo exemplar

profissionalismo, de responsabilidade e dedicação. Pela ótima convivência e enorme contribuição para o meu crescimento acadêmico-científico e humano;

Ao Dr. Anderson Dionei Grützmacher, professor do Departamento de Fitossanidade da FAEM/UFPEL, pela co-orientação, paciência e ensinamentos no decorrer da graduação e mestrado e oportunidades oferecidas;

A Embrapa Clima Temperado pela disponibilidade de estrutura, equipamentos e materiais para realização dos trabalhos;

Ao Técnico Marco Aurélio, pela amizade, auxílio na disponibilidade de plantas para realização dos trabalhos;

A Msc. Mirtes Melo, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado pela amizade e pelos auxílios necessários para o aprimoramento da técnica de verificação dos espermatóforos;

Ao Técnico Gilmar dos Santos Barros, do Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio nos trabalhos e pela agradável amizade;

Aos bolsistas Victor Anderssen Perleberg e Cristiano Cardoso Lima pelo auxílio, comprometimento e responsabilidade no desenvolvimento dos trabalhos e pela amizade construída;

Aos amigos Drs. Sandro Daniel Nörnberg e Rafael da Silva Gonçalves pelos ensinamentos e amizade construída que certamente será para toda vida;

À amiga Dra. Roberta Manica-Berto pelo auxílio na análise dos dados, pelas trocas de ideias e sempre estar disposta a contribuir e pela amizade construída que certamente será para toda vida;

Aos colegas de pós-graduação Alexandra Peter Krüger, Heitor Lisboa, Naymã Pinto Dias, Fernanda Appel Müller, Karina Pinto Jobim, Vinícius Soares Sturza, Juliano Bastos Pazini, Aline Costa Padilha e Bruna Piovesan pelos momentos felizes, de descontração, pelo companheirismo e pela amizade construída que será indubitavelmente para toda a vida;

Aos bolsistas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado Victor Anderssen Perleberg, Cristiano Cardoso Lima, Camila Lemke, Camila Neitzke e Beatriz Rutz pelos momentos de alegria, apoio e agradável convivência;

Aos professores de Entomologia do PPGFs, Alci Enimar Loeck, Mauro Silveira Garcia, Uemerson Silva da Cunha, Anderson Dionei Grützmacher, Flávio Roberto Mello Garcia, Daniel Bernardi e Moisés João Zotti pelos ensinamentos repassados e amizade construída no mestrado;

As Empresas Olivas do Sul e Tecnoplanta pelas doações de mudas de oliveira que possibilitaram a realização dos experimentos;

Aos demais colegas não citados, que colaboraram de alguma forma para a realização deste trabalho. O meu eterno agradecimento.

Resumo

SCHEUNEMANN, Tiago. **Biologia e Comportamento Reprodutivo de *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae)**. 2018. 73f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Palpita forficifera Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) é uma das principais espécies de importância econômica para a olivicultura no Brasil e no Uruguai. De origem neotropical esta espécie ocorre em vários países da América do Sul. Pelo fato dos cultivos de oliveira ser recentes no Brasil, pouco se conhece de sua bioecologia, comportamento e conseqüentemente de seu controle. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar a biologia em diferentes hospedeiros e o comportamento de acasalamento e oviposição de *P. forficifera*. Para o estudo da biologia avaliou-se o desenvolvimento da espécie nas cultivares de oliveira Arbequina, Arbosana e Koroneiki e no hospedeiro alternativo ligustro (*Ligustrum lucidum* Ait., Oleaceae). Como parâmetros biológicos foram avaliados a duração e a viabilidade das fases de desenvolvimento, o número e a duração dos instares, a razão sexual, fecundidade, longevidade e a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição. Com base nessas informações foi elaborada a tabela de vida de fertilidade de *P. forficifera*. Para o estudo de comportamento de acasalamento e oviposição foi determinado em campo o sexo emissor do feromônio de acasalamento e em laboratório foram registrados o ritmo de emergência de machos e fêmeas; a idade, horário e duração do acasalamento; número de cópulas, presença de espermatóforos e horário de oviposição. Lagartas alimentadas com ligustro apresentaram a maior duração da fase larval e conseqüentemente, do período ovo-pupa. A viabilidade larval foi menor na cv. Arbosana, o que refletiu na menor viabilidade no período ovo-pupa. Lagartas alimentadas na cv. Koroneiki deram origem às fêmeas com maior fecundidade. A partir da avaliação conjunta dos parâmetros biológicos e da análise da tabela de vida de fertilidade, a cv. Koroneiki propiciou o maior aumento demográfico populacional. Os resultados a campo demonstraram que os machos são atraídos pelas fêmeas para o acasalamento, sendo possível ser capturados até cinco machos por armadilha em apenas uma noite. O ritmo de emergência ocorre de forma sincronizada, não demonstrando ocorrência de protandria (machos emergindo antes das fêmeas) ou protoginia (fêmeas emergindo antes dos machos). A cópula ocorre entre o sétimo e vigésimo terceiro dia de vida, sendo mais frequente da terceira e sexta hora da escotofase. A duração média da primeira cópula foi de 174 minutos, sendo que 35% dos casais recopularam, podendo haver até cinco cópulas. A ocorrência da cópula foi confirmada através da presença do espermatóforo na *bursa copulatrix*. O horário de

oviposição se concentra nas primeiras seis horas da escotofase. Os resultados obtidos com os estudos da biologia e com o comportamento de reprodução possibilitam avançar no conhecimento da espécie e assim, subsidiar estudos visando o manejo desta praga que tem causado danos consideráveis na cultura da oliveira.

Palavras-chave: pragas da oliveira, lagarta-da-oliveira, bioecologia, comportamento sexual.

Abstract

SCHEUNEMANN, Tiago. **Biology and Reproductive Behavior of *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae)**. 2018. 73f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Palpita forficifera Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) is one of the main species of economic importance to the olive groves in Brazil and in Uruguay. From the neotropical region, this species occurs in various countries from South America. Since olive groves are recent in Brazil, little is known about its bioecology, behavior and consequentially its control. Thus, the objective of this work was studying the biology in different hosts and the mating and oviposition behavior of *P. forficifera*. To the biology study, we evaluated the development of the species in the olive cultivars Arbequina, Arbosana and Koroneiki and in the alternative host privet (*Ligustrum lucidum* Ait., Oleaceae). The biological parameters evaluated were duration and viability of the developmental phases, the number and duration of instars, sexual ratio, fecundity, longevity and the duration of the periods of pre-oviposition, oviposition and post-oviposition. Based on this information, the fertility life table for *P. forficifera* was elaborated. To the study of mating and oviposition behavior, the sex responsible for releasing the sexual pheromone was determined in field and in laboratory were registered the emergence rhythm of males and females, the age, timetable and duration of the mating, number of mating, presence of spermatophore and oviposition timetable. Caterpillars fed on privet presented the longest duration of larval phase and, consequentially, of egg-pupae. The larval viability was smaller in cv. Arbosana, which reflected in the smaller viability in egg-pupae period. Caterpillars fed on cv. Koroneiki originated females with higher fecundity. From the joint evaluation of the biological parameters and the fertility life table, cv. Koroneiki propitiated the highest population increase. The results in field showed that males are attracted to the females for mating, being possible to capture up to five males per trap in only one night. The emergence rhythm occurs in a synchronized way, not occurring protandry (male emerging before female) or protogyny (females emerging before males). The mating occurs between the seventh and the twenty-third day of life, being more often between the third and the sixth hour of scotophase. The average duration of the first mating was 174 minutes, and 35% of the couples remated, occurring up to five mating. The mating was confirmed through the presence of spermatophore in the *bursa copulatrix*. The oviposition time was concentrated in the first six hours of scotophase. The results obtained with the

studies of biology and reproductive behavior enable to advance in the knowledge of this species and thus, subsidize studies aiming the management of this pest, which has been caused considerable damage to olives.

Keywords: Olive tree pest, olive tree caterpillar, bioecology, sexual behavior.

Lista de Figuras

Artigo 1

- Figura 1. Número de instares de *Palpita forficifera* quando criadas em diferentes hospedeiros. A) cv. Arbequina; B) cv. Arbosana; C) cv. Koroneiki; e, D) Ligustro. Setas de cor preto representa 5 instares e de cor cinza seis instares..... 42
- Figura 2. Curvas de sobrevivência para fêmeas (A) e machos (B) de *Palpita forficifera* quando criadas em diferentes hospedeiros A) cv. Arbequina; B) cv. Arbosana; C) cv. Koroneiki; e, D) Ligustro. Curvas seguidas pelas mesmas letras, para cada sexo, não diferem entre si pelo teste de log-rank. (Tms - tempo médio de sobrevivência)..... 43

Artigo 2

- Figura 1. Detalhe no final do abdômen de adultos de *Palpita forficifera*, caracterizando o dimorfismo sexual. A) Macho; B) Fêmea.. 66
- Figura 2. Armadilha Delta utilizada para determinação do sexo emissor do feromônio de acasalamento. A) Fêmeas aprisionadas nas gaiolas; B) Machos aderidos ao piso adesivo de *Palpita forficifera*. Os círculos indicam os machos capturados... 66
- Figura 3. Porcentagem de insetos capturados nas armadilhas para determinar o sexo emissor de feromônio de acasalamento de *Palpita forficifera* 67
- Figura 4. Ritmo de emergência de fêmeas e machos de *Palpita forficifera*. ns: não significativo entre os sexos pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) ($p \leq 0,05$)..... 67
- Figura 5. Comportamento de acasalamento de *Palpita forficifera*. Percentual de insetos que acasalaram (A); idade (B), tempo (C) e duração (D) do acasalamento. As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%. Letras idênticas não diferem entre si pelo teste de Nemenyi ($p \leq 0,05$), comparando os tempos na escotofase..... 68
- Figura 6. Frequência de acasalamento de *Palpita forficifera* 68
- Figura 7. Parte da genitália feminina de *P. forficifera*. A) *Bursa copulatrix* sem espermatóforo; B) *Bursa copulatrix* com espermatóforos; C) Espermatóforo; D) Dois espermatóforos; E) Três espermatóforos..... 69
- Figura 8. Duração de acasalamento de *Palpita forficifera* em relação ao número de cópulas. As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95% 70

Figura 9. Percentual de ovos colocados por *Palpita forficifera* em função do horário. Letras idênticas não diferem entre si pelo teste de Nemenyi ($p \leq 0,05$), comparando os períodos avaliados 70

Lista de Tabelas

Artigo 1

Tabela 1.	Valores médios (\pm EP) de parâmetros biológicos das fases de ovo, lagartas e pupa de <i>Palpita forficifera</i> criada em diferentes hospedeiros.....	44
Tabela 2.	Valores médios (\pm EP) de parâmetros biológicos da fase adulta de <i>Palpita forficifera</i> quando criadas em diferentes hospedeiros.	454
Tabela 3.	Número de instares com respectiva largura média da capsula cefálica (mm) e intervalo de variação, duração média de instares (dias), constante de Dyar (K) e coeficiente de correlação (R^2) para <i>Palpita forficifera</i> , criada em diferentes hospedeiros	46
Tabela 4.	Parâmetros da tabela de vida e fertilidade de <i>Palpita forficifera</i> quando criada nas fases imaturas em diferentes hospedeiros	47

Sumário

1- Introdução	17
2- Artigo 1 - Biologia e tabela de vida de fertilidade de <i>Palpita forficifera</i> (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes hospedeiros	21
RESUMO	22
Introdução	23
Material e Métodos	25
Obtenção de insetos e criação de manutenção.	25
Biologia.	25
Análise Estatística	27
Resultados e Discussão	27
Referências	36
3- Artigo 2 - Comportamento de acasalamento e oviposição de <i>Palpita forficifera</i> (Lepidoptera: Crambidae)	49
RESUMO	50
Introdução	51
Material e Métodos	53
Criação de <i>P. forficifera</i>.	53
Determinação do sexo emissor do feromônio para acasalamento	53
Ritmo de emergência de machos e fêmeas.	54
Comportamento de acasalamento.	54
Horário de oviposição	56
Análises estatísticas.	56
Resultados e Discussão	57
Determinação do sexo emissor do feromônio para o acasalamento	57
Ritmo de emergência de machos e fêmeas.	57
Comportamento de acasalamento.	58
Horário de oviposição	60
Referências	62
5- Conclusões gerais	71

6- Referências bibliográficas.....	72
---	-----------

1- Introdução geral

A oliveira [*Olea europaea* Lineu, 1753 (Oleaceae)] é a única espécie da família Oleaceae que produz fruto comestível (Coutinho et al., 2015). No Egito foi constatada a mais antiga referência por volta do século 16 a.C., onde constava que os fenícios iniciaram a comercialização do azeite de oliva nas Ilhas Gregas. A partir desta data o seu cultivo aumentou e ganhou enorme importância no século 4 a.C., quando foram estabelecidos os primeiros plantios comerciais (BONTEMPO, 2008).

Com o passar do tempo e com a expansão ultramarina nos séculos XV e XVI ocorreu a introdução da oliveira em diversos locais, como na Índia e no Brasil. Após a 2ª Guerra Mundial, os primeiros plantios de oliveiras comerciais apareceram no Sul de Minas Gerais. Segundo registros, nas décadas de 50 e 60 vários Estados produziam oliveira, dentre eles São Paulo (SP), Paraná (PR), Santa Catarina (SC), Rio Grande do Sul (RS), Minas Gerais (MG), Espírito Santo (ES), Rio de Janeiro (RJ) e Maranhão (MA) (GOMES, 1979).

Atualmente, a oliveira é cultivada em várias regiões do mundo com destaque para as de clima subtropical e temperado, como os países próximos ao mediterrâneo, estando a cadeia agrícola concentrada basicamente em dois produtos, o azeite de oliva e a azeitona de mesa. A produção mundial de azeitonas em 2016 foi de 19,3 milhões de toneladas (t), em área cultivada de 10,6 milhões de hectares. A Espanha é o maior produtor (6,5 milhões de t), seguido pela Grécia (2,3 milhões de t), Itália (2 milhões de t), Turquia (1,7 milhões de t) e Marrocos (1,4 milhões de t), que juntos concentraram 73% da oferta mundial. Por sua vez, o Brasil ocupou a trigésima sexta posição, com produção de 647 t. Na América do Sul, os

principais produtores de azeitonas são Argentina (17,5 milhões de t), Chile (11,1 milhões de t) e Peru (5,6 milhões de t) (FAOSTAT, 2018).

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior importador de azeitona (105,8 mil t), depois dos Estados Unidos (135,4 mil t) e da Rússia (135,9 mil t) e o sexto em importação de azeite (71 mil t). Devido ao grande mercado consumidor brasileiro para azeite e azeitona de mesa, nos últimos 10 anos, projetos têm sido implementados nos Estados das regiões Sudeste e Sul, para o desenvolvimento da olivicultura, visando diminuir a dependência por estes produtos. Assim, a cultura vem ganhando importância e tem aumentado anualmente, principalmente nos estados do RS, SC, SP e MG (RIZZO; ARGUMEDO, 2011; FAOSTAT, 2018).

Um dos fatores limitantes para a expansão da cultura é a presença de artrópodes-praga, especialmente o micro-ácaro-da-oliveira *Oxycenus maxwelli* (Keifer, 1939) (Acari: Eriophyidae) (RICALDE et al., 2012), a cochonilha-preta *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Hemiptera: Coccidae), e a lagarta-da-oliveira (RICALDE; GARCIA, 2013). Destes artrópodes-praga, a lagarta-da-oliveira *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) é considerada a principal praga dos olivais no Brasil (RICALDE; GARCIA, 2013) e no Uruguai (PAULLIER, 2013). Os danos são ocasionados pelas lagartas, podendo ocorrer perdas de até 90% da área foliar, afetando seriamente o desenvolvimento das brotações da planta. Quando em alta infestação pode se alimentar de folhas senescentes, flores e frutos. Infestações elevadas no final do verão e no outono durante a maturação também podem reduzir produção de frutos em 30%. Como consequência das injúrias causadas pela perda da área foliar, as plantas reduzem a produção no próximo ano, pois as lagartas alimentam-se das brotações que irão dar origem a frutificação no ano seguinte (COUTINHO et al., 2015; SCHEUNEMANN et al., 2017).

Em todo mundo existem cerca de 156 espécies de *Palpita* (Lepidoptera: Crambidae) (ITIS, 2017). Dentre estas destacam-se: *Palpita unionalis* Hübner 1796, que ocorre principalmente na região do Mediterrâneo; *Palpita vitrealis* (Rossi, 1794), ocorrendo na África, Ásia, Austrália, Europa e América; *Palpita persimilis* Munroe, 1959 e *P. forficifera* que ocorrem na América, principalmente a do Sul. Dentre os principais hospedeiros de *Palpita*, são registrados vários gêneros de Oleaceae como *Jasminum*, *Ligustrum*, *Oleae*, *Fraxinus* e *Phillyrea* em diferentes regiões do planeta (TZANAKAKIS, 2003; ATHANASSIOU et al., 2004).

Para tornar possível a implementação do Manejo Integrado de Pragas (MIP) nesta cultura é de suma importância o conhecimento da bioecologia de *P. forficifera*, uma vez que, para o estabelecimento de um plano de manejo, devem ser considerados fatores como o desenvolvimento em diferentes cultivares, a longevidade, fecundidade, aspectos da reprodução, entre outros (FAVETTI, 2013). Também, destaca-se a importância dos estudos sobre comunicação química, na perspectiva de subsidiar estudos com a identificação do feromônio sexual que poderá ser utilizado para o monitoramento e controle.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo gerar subsídios para o conhecimento da biologia e aspectos da reprodução de *P. forficifera* em condições de laboratório.

Artigo 1 - Journal of Economic Entomology

1 **2- Artigo 1 - Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Palpita forficifera***

2 **(Lepidoptera: Crambidae) em diferentes hospedeiros**

3
4 Tiago Scheunemann^{1*}, Roberta Manica-Berto², Sandro Daniel Nörnberg³, Rafael da
5 Silva Gonçalves³, Anderson Dionei Grützmacher¹, Dori Edson Nava⁴

6
7
8 ¹ Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas,
9 Pelotas, RS, 96010900, Brasil

10 ² Tríade – Comunicação Científica, Pelotas, RS, Brasil

11 ³ Partamon – Soluções para o Manejo Integrado de Pragas, Pelotas, RS, Brasil

12 ⁴ Laboratório de Entomologia, Embrapa Clima Temperado, Rodovia Br 392 Km 78,
13 96010-970, Pelotas, RS, Brasil

14 *Autor correspondente

15

16 **RESUMO**

17 A lagarta-da-oliveira, *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) é a
18 principal praga da oliveira (*Olea europaea* L., Oleaceae) no Brasil. O objetivo do
19 trabalho foi estudar a biologia de *P. forficifera* em diferentes hospedeiros e elaborar a
20 tabela de vida de fertilidade visando conhecer o seu desenvolvimento. A biologia foi
21 realizada com as cultivares de oliveira Arbequina, Arbosana e Koroneiki e o hospedeiro
22 alternativo ligustro (*Ligustrum lucidum* Ait., Oleaceae), em condições controladas de
23 temperatura ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar ($60\pm 10\%$) e fotofase (14 horas). Foram
24 avaliadas a duração e viabilidade das fases de ovo, lagarta e pupa, número e duração de
25 instares, razão sexual, peso de pupa, duração dos períodos de pré-oviposição,
26 oviposição e pós-oviposição, fecundidade e longevidade. A partir destes parâmetros
27 elaborou-se a tabela de vida de fertilidade. Lagartas alimentadas com ligustro
28 apresentaram a maior duração da fase larval e conseqüentemente, do período ovo-pupa.
29 A viabilidade larval foi menor na cv. Arbosana, o que refletiu na menor viabilidade no
30 período ovo-pupa. Lagartas alimentadas na cv. Koroneiki deram origem a fêmeas com
31 maior fecundidade. A partir da avaliação conjunta dos parâmetros biológicos e da
32 análise da tabela de vida de fertilidade, a cv. Koroneiki propiciou o maior aumento
33 demográfico populacional.

34

35 **Palavras-chave:** Praga da oliveira, lagarta-da-oliveira, ligustro, desenvolvimento

36

37

38

39

40

41 **Introdução**

42 O Brasil é o terceiro maior importador de azeitona (105,8 mil t) do mundo e o sexto em
43 importação de azeite (71 mil t) (FAOSTAT 2018). Estima-se que o País produza apenas
44 1% do azeite consumido, e em função do grande mercado consumidor brasileiro para
45 azeite e azeitona de mesa, projetos tem sido implementados nas regiões Sudeste e Sul
46 do Brasil para o desenvolvimento da olivicultura, visando diminuir a dependência
47 destes produtos do mercado externo.

48 Para as condições do Brasil, um dos fatores limitantes para a expansão da
49 cultura é a presença de artrópodes-praga, especialmente o micro-ácaro-da-oliveira
50 *Oxyenus maxwelli* (Keifer, 1939) (Acari: Eriophyidae) (Ricalde et al. 2012), a
51 cochonilha-preta *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Hemiptera: Coccidae) e a lagarta-da-
52 oliveira *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) (Ricalde et al.
53 2015). Destes artrópodes, a lagarta-da-oliveira é considerada a principal praga dos
54 olivais e se encontra distribuída em todas as regiões produtoras (Prado & Silva, 2006,
55 Ricalde et al. 2014, Ricalde et al. 2015). Os danos são ocasionados pelas lagartas que se
56 alimentam de brotações novas, e quando em alta infestação, podem consumir folhas
57 senescentes, flores e frutos (Ricalde et al. 2014, Coutinho et al. 2015, Scheunemann et
58 al. 2017). Como consequência dos danos causados pela perda da área foliar, as plantas
59 reduzem a produção de frutos no próximo ano, pois as lagartas alimentam-se das
60 brotações que irão dar origem a frutificação no ano seguinte. Por outro lado, os danos
61 causados nos frutos diminuem a rentabilidade e qualidade do azeite.

62 Entretanto é frequente no estado do Rio Grande do Sul o plantio de ligustro
63 (*Ligustrum lucidum* Ait., Oleaceae), espécie que além de ser utilizada na arborização
64 urbana, também é cultivada como cortina vegetal em plantios de frutíferas e oliveira
65 para proteção dos ventos e também servem como porta enxerto de cultivares de

66 oliveiras (Coutinho et al. 2015). O grande problema é que ligustro é considerado
67 hospedeiro alternativo da lagarta-da-oliveira, uma vez que também se desenvolve nesta
68 espécie vegetal e pode propiciar a manutenção de *P. forficifera* no período de
69 entressafra da oliveira (Scheunemann et al. 2017). Na Turquia, *Ligustrum vulgare* L.
70 Oleaceae já foi relatada como hospedeiro principal de *Palpita unionalis* Hübner 1796
71 (Lepidoptera: Crambidae) (Azimizade et al. 2003).

72 Em todo mundo existem cerca de 156 espécies de *Palpita* (ITIS, 2017). Dentre
73 estes lepidópteros destacam-se: *P. unionalis* Hübner 1796 que ocorre principalmente na
74 região do Mediterrâneo; *Palpita vitrealis* (Rossi, 1794) presente na África, Ásia,
75 Austrália, Europa e América; *Palpita persimilis* Munroe, 1959 que ocorre na América
76 do Sul e recentemente foi constatada na Florida, EUA (Hayden & Buss, 2013); e, *P.*
77 *forficifera* que ocorre na América do Sul (Paullier, 2013, Ricalde et al. 2014, Ricalde et
78 al. 2015). Esta ultima espécie, corre grande risco de ser introduzida em outros países,
79 semelhante ao ocorrido com a espécie *P. persimilis*, introduzida nos Estados Unidos da
80 América. Dentre os principais hospedeiros de *Palpita* são registrados vários gêneros de
81 Oleaceae como *Jasminum*, *Ligustrum*, *Oleae*, *Fraxinus* e *Phillyrea* em diferentes
82 regiões do planeta (Tzanakakis 2003, Athanassiou et al. 2004). Para *P. forficifera*
83 devido ao fato do cultivo de oliveira ser explorado economicamente em anos recentes
84 no Brasil, pouco se conhece a respeito de sua ocorrência, hospedeiros, biologia e
85 consequentemente, das técnicas para o seu manejo. Assim, objetivou-se com esse
86 trabalho estudar a biologia de *P. forficifera* em diferentes hospedeiros em condições de
87 laboratório e elaborar a tabela de vida de fertilidade.

88

89

90

91 **Material e Métodos**

92 O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado
93 (Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil), em condições controladas de temperatura
94 ($25\pm 2^\circ\text{C}$), umidade relativa do ar ($60\pm 10\%$) e fotofase (14 horas).

95 **Obtenção de insetos e criação de manutenção.** Adultos de *P. forficifera* foram
96 coletados em plantios de oliveira na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande
97 do Sul (RS), Brasil ($31^\circ 40' 55'' 7''\text{S}$, $52^\circ 26' 11''\text{O}$ e altitude de 45 m), com o auxílio de
98 armadilha luminosa (Modelo 515, ISCA Tecnologias, Ijuí, RS, Brasil) provida de luz
99 ultravioleta (300 a 390 nm). Os adultos foram transportados ao laboratório e
100 acondicionados em gaiola plástica transparente (22 cm de altura \times 16 cm de diâmetro).
101 Na parte superior foi colocado tecido tipo *tule*, fixado com atilho de borracha. Os
102 insetos foram alimentados com solução aquosa de mel a 10% e água por capilaridade
103 em recipiente de 50 mL. Para a obtenção de ovos, foi colocado sob o *tule*, papel filtro
104 (12,5 cm de diâmetro) e sobre este, pano esponja vegetal (Spontex, PaneSponja, Ilhéus,
105 BA, Brasil) com finalidade de manter a umidade. Após 24 horas, o papel filtro contendo
106 os ovos foi retirado da gaiola e acondicionado em uma placa de Petri (15 cm de
107 diâmetro \times 3 cm de altura) sobre outro papel filtro umedecido. Por ocasião da eclosão,
108 as lagartas com idade de 12 horas foram utilizadas nos experimentos.

109 As folhas de oliveira usadas para a alimentação das lagartas foram obtidas de
110 plantas cultivadas em casa de vegetação, utilizando um substrato composto de solo
111 (50%), material orgânico (30%) e vermiculita (20%), em vasos plásticos de 20 litros. O
112 manejo e os tratos culturais foram realizados seguindo-se as recomendações técnicas da
113 cultura (Coutinho et al. 2015). Tanto para as cultivares de oliveira como de ligustro
114 foram utilizadas folhas novas, recém expandidas da parte apical dos ramos.

115 **Biologia de *P. forficifera* em diferentes hospedeiros.** Foi avaliado o desenvolvimento

116 de *P. forficifera* nas cultivares de oliveira Arbequina, Arbosana, Koroneiki e no
117 hospedeiro alternativo ligustro. Oitenta lagartas, com até 12h de idade foram
118 individualizadas em tubos de vidro (8,5 cm de altura × 2,5 cm de diâmetro) e
119 alimentadas com uma folha fixada em uma solução gelatinosa de ágar-água a 3% (25
120 ml). Os tubos foram fechados com algodão hidrófobo e o alimento foi substituído
121 conforme a necessidade até o final da fase larval. Por ocasião da pupação, procedeu-se a
122 pesagem das pupas após 48h de sua formação, em balança analítica (Shimadzu do
123 Brasil, modelo AUY 220) e realizou-se a separação por sexo, conforme descrito por
124 Butt & Cantu (1962). As pupas foram acondicionadas em pote plástico (40 mL)
125 contendo um pedaço de algodão umedecido, até a ocorrência da emergência.

126 Posteriormente, casais com até 24h de idade foram individualizados em gaiolas
127 plásticas transparentes (17 cm de altura × 10 cm de diâmetro) com a parte superior e
128 inferior cobertas com tecido *tule*. A alimentação dos adultos e a obtenção das posturas
129 foram realizadas conforme descrito para a criação de manutenção. A oviposição foi
130 registrada diariamente, sendo o número de ovos contabilizado com auxílio de
131 microscópio estereoscópico. Na segunda postura, determinou-se a duração e a
132 viabilidade da fase de ovo.

133 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 80
134 lagartas por tratamento. Os parâmetros biológicos avaliados nas fases imaturas foram a
135 duração e a viabilidade de ovo, lagarta, pupa e ovo-pupa, peso de pupas, número e
136 duração de instares e a razão sexual. O número e a duração de instares foram
137 determinados a partir da medição diária da largura da capsula cefálica, em microscópio
138 (ZEISS, Germany, Stemi SV11). A razão sexual (rs) foi determinada pela equação: $rs =$
139 $fêmea / (fêmea + macho)$. Na fase adulta foram determinados os períodos de pré-
140 oviposição, oviposição e pós-oviposição, a fecundidade e a longevidade. A partir dos

141 parâmetros biológicos obtidos nos estágios imaturos e adulto calculou-se a tabela de
142 vida de fertilidade estimando-se a taxa líquida de reprodução (R_o), a taxa intrínseca de
143 crescimento (R_m), o tempo médio de geração (IMG) e a taxa finita de aumento (λ)
144 (Southwood 1995).

145 **Análise estatística.** Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de
146 Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, a independência dos
147 resíduos por análise gráfica. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$),
148 constatando-se significância estatística, os efeitos do hospedeiro foram avaliados pelo
149 teste Tukey ($p \leq 0,05$). Para a razão sexual, as proporções médias foram comparadas pelo
150 teste Z ($p \leq 0,05$), protegido pelo teste de Qui-quadrado ($p \leq 0,05$). Para determinar o
151 número de instares, utilizou-se a curva multimodal de frequências para as capsulas
152 cefálicas, na formulação das hipóteses a serem testadas no modelo linearizado da regra
153 de Dyar, através do software Mobae (Modelos Bioestatísticos para a Entomologia)
154 (Haddad et al. 1995). A longevidade (dias) de fêmeas e machos foi analisada por meio
155 da construção das curvas de sobrevivência utilizando o estimador de Kaplan-Meier, as
156 quais foram comparadas pelo teste de log-rank (R Development Core Team 2015). Os
157 parâmetros da tabela de vida de fertilidade foram estimados através da técnica de
158 “Jackknife” (Meyer et al. 1986), utilizando-se o “Lifetable.sas” (Maia et al. 2000) no
159 ambiente “SAS System”.

160

161 **Resultados e Discussão**

162 A duração do período embrionário não diferiu significativamente ($F = 32,71$, $gl = 3$, $P <$
163 $0,087$) entre os hospedeiros avaliados, sendo registrada uma variação de 3,85 a 3,92 dias
164 (Tabela 1). Estes dados são próximos do observado para ovos de *P. unionalis* (3,71
165 dias) mantidos na mesma condição térmica, mas criados na cv. Gemlik de oliveira

166 (Kumral et al. 2007). Porém, são inferiores aos 4,16 dias relatados para *P. unionalis*,
167 quando as lagartas foram criados na cultivar Ayvalik a 24°C (Yilmaz & Genç 2012) e
168 ao valor de 4,6 dias quando *P. unionalis* foi criada em oliveira de cultivar não
169 informada (Shehata et al. 2003).

170 Lagartas de *P. forficifera* alimentadas com ligustro apresentaram a maior
171 duração da fase larval (19,10 dias), diferindo significativamente dos demais hospedeiros
172 ($F = 81,78$, $gl = 3$, $P < 0,0001$) (15,88 dias nas cvs. Koroneiki e Arbequina e 16,50 dias
173 em “Arbosana”) (Tabela 1). Resultados próximos foram obtidos para *P. unionalis*
174 quando alimentadas com oliveira (cultivar não informada), sendo de 16,3 dias a uma
175 temperatura variável de 16,8 a 22,9°C (Shehata et al. 2003) e de 17,44 dias a 25°C
176 (Kumral et al. 2007). Entretanto, valores superiores (23,35 dias a 24°C) foram
177 registrados para a duração da fase larval de *P. unionalis*, alimentadas com oliveira cv.
178 Ayvalik (Yilmaz & Genç 2012) e inferiores, sendo variáveis de 8,6 e 7,6 dias para
179 machos e fêmeas, respectivamente, quando alimentados também em folhas de oliveira
180 de cultivar não conhecida (Badawi et al. 1976).

181 Para a fase de pupa, determinou-se que o ligustro proporcionou uma menor
182 duração (8,66 dias), sendo esta significativamente inferior aos demais hospedeiros ($F =$
183 $15,94$, $gl = 3$, $P < 0,0001$) (Tabela 1). Resultados próximos foram registrados para a *P.*
184 *unionalis* quando alimentadas em brotações de oliveira (9,4 dias) (Shehata et al. 2003).

185 De uma maneira geral observa-se que as durações das fases de desenvolvimento
186 de *P. forficifera* são próximas às registradas para *P. unionalis*, com algumas variações
187 que provavelmente devem ser em função do alimento utilizado para o desenvolvimento
188 e/ou das condições ambientais (Noori & Shirazi 2012, Yilmaz & Genç 2012). No caso
189 de *P. forficifera*, observa-se que em ligustro, o desenvolvimento larval é mais lento em

190 relação às cultivares de oliveira que em média possuem uma diferença no
191 desenvolvimento de menos de um dia.

192 Para o período ovo-pupa de *P. forficifera* constatou-se significância para o
193 efeito do hospedeiro ($F = 26,68$, $gl = 3$, $P < 0,0001$), sendo a duração de 28,86, 29,02,
194 28,94 e 31,48 dias quando criados nas cultivares de oliveira Arbequina, Arbosana e
195 Koroneiki e em ligustro, respectivamente. Assim, mesmo possuindo um
196 desenvolvimento mais lento, o ligustro possibilita a multiplicação de *P. forficifera* e
197 desta forma, não deveria ser utilizado como quebra vento nos olivais, prática comum no
198 sul do Brasil.

199 Para a viabilidade das fases de ovo ($F = 117,85$, $gl = 3$, $P < 0,0001$) e período
200 ovo-pupa ($F = 26979,7$, $gl = 3$, $P < 0,0001$) foi verificada significância do efeito dos
201 hospedeiros testados (Tabela 1). Fêmeas alimentadas com a cv. Arbosana apresentaram
202 maior viabilidade de ovos (94,01%) diferindo significativamente dos demais
203 tratamentos, embora a menor viabilidade foi superior a 80% (Tabela 1). Um estudo
204 realizado sobre a biologia de *P. unionalis* em oliveira cv. Ayvalik demonstrou que a
205 viabilidade de ovos foi de 82,6% (Yilmaz & Genç 2012), sendo, portanto, próximo das
206 menores viabilidades registradas para ovos de *P. forficifera*. Entretanto, em outro estudo
207 com *P. unionalis*, em cv. Amarelo, foi registrada viabilidade do período embrionário
208 menor em relação a *P. forficifera* (77%) (Khaghaninia & Pourabad 2009).

209 A viabilidade da fase larval diferiu significativamente entre os hospedeiros
210 testados ($F = 3860$, $gl = 3$, $P < 0,0001$), variando de 27,50% para os insetos que foram
211 alimentados com cv. Arbosana a 85% quando alimentado com cv. Koroneiki e ligustro
212 (Tabela 1). Estudos realizados para outras espécies de *Palpita* demonstram uma grande
213 variação quanto a viabilidade da fase larval. *Palpita unionalis* criadas em oliveira cv.
214 Ayvalik apresentaram viabilidade larval de 61,6% (Yilmaz & Genç 2012), enquanto que

215 a mesma espécie, alimentada com a cv. Amarelo apresentou viabilidade de 81,44%
216 (Khaghaninia & Pourabad 2009), sendo este resultado mais próximo aos dados
217 encontrados no nosso estudo, para a cv. Alberquina. Entretanto, na cv. Arbosana foi
218 observado que grande parte das neonatas não se alimentaram, morrendo nos primeiros
219 dias de vida. Esta característica pode ser relacionada a algum composto secundário
220 presente na cultivar em quantidades que tornem a planta deterrente a alimentação, ou
221 impalatável (Bellanda & Zucoloto, 2009).

222 Para a fase de pupa a viabilidade obtida foi de 100% nos quatros hospedeiros
223 avaliados, indicando que estes alimentos testados não interferem na viabilidade pupal (F
224 = 0,01, $gl = 3$, $P = 0,99$) (Tabela 1). Quando se avaliou a viabilidade do período ovo-
225 pupa registraram-se valores próximos de 72% para todos os hospedeiros, com exceção
226 dos criados na cv. Arbosana, onde a viabilidade foi de cerca de 26%. A baixa
227 viabilidade observada em cv. Arbosana sugere que este hospedeiro não proporciona
228 melhor desenvolvimento à espécie quando comparado aos demais, possivelmente
229 devido a uma inadequação física ou química.

230 O valor de razão sexual de *P. forficifera* obtido em ligustro (0,45) diferiu dos
231 demais hospedeiros ($\chi^2 = 7,43$, $gl = 3$, $P = 0,04$) (Tabela 1). Para *P. unionalis* criada em
232 oliveira cv. Ayvalik foi observada uma razão sexual de 0,55 (Yilmaz & Genç 2012),
233 sendo similar ao encontrado neste estudo para *P. forficifera* nas cultivares de oliveira
234 estudada.

235 Para o peso de pupas não foram registradas diferenças significativas e os valores
236 são próximos a 0,082 g, tanto para fêmea ($F = 0,20$, $gl = 3$, $P = 0,8936$) quanto para
237 macho ($F = 1,72$, $gl = 3$, $P = 0,1674$) (Tabela 1). Em estudo realizado com *P.*
238 *nigropunctalis* criadas em *L. lucidum*, foi registrada diferença significativa no peso de

239 pupas de fêmeas (0,0875g) e machos (0,0821g) (Gotoh et al. 2011). Porém não foi
240 verificada diferença no peso de pupas entre os sexos para *P. forficifera*.

241 Durante o desenvolvimento larval de *P. forficifera* foram observados cinco e seis
242 instares nos quatro hospedeiros. A média de crescimento para cinco e seis instares foi de
243 1,45 e 1,49 para a cv. Arbequina, de 1,56 e 1,45 para a cv. Arbosana, de 1,42 e 1,29
244 para a cv. Koroneiki e de 1,28 e 1,65 para ligustro, respectivamente ($R^2 = 0,99$ e $1,00$).
245 Valores esses, que estão dentro do intervalo de variação de 1,1 a 1,9, estabelecidos por
246 Dyar (1890) (Figura 2). Para *P. unionalis* foram registrados valores similares a cinco
247 instares em oliveira cv. Amarelo (Khaghaninia & Pourabad 2009) e de seis instares,
248 registrado em oliveira cv. desconhecida (Badawi et al. 1976; Tzanakakis 2003).

249 A duração de cada instar foi caracterizada por variações, sendo que o terceiro
250 instar normalmente apresentou menores durações em todos os hospedeiros (Tabela 2).
251 Foi observado que a mortalidade larval foi maior no primeiro instar em todos os
252 hospedeiros, decrescendo ao longo do desenvolvimento larval. De forma similar, *P.*
253 *unionalis* alimentanda em oliveira cv. Amarelo, também apresentou mortalidade
254 semelhante a *P. forficifera* (Khaghaninia & Pourabad 2009).

255 Para os períodos de pré-oviposição ($F = 1,23$, $gl = 3$, $P = 0,3062$), oviposição (F
256 $= 2,38$, $gl = 3$, $P = 0,0776$) e pós-oviposição ($F = 1,50$, $gl = 3$, $P = 0,2218$) não foram
257 observadas diferenças significativas para o fator de tratamento testado (Tabela 2). Para
258 *P. unionalis* alimentadas com folhas de oliveira cv. Ayvalik foram registradas durações
259 de 2,3, 8,0 e 2,4 dias para os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição,
260 respectivamente (Yilmaz & Genç 2012). Em outro estudo realizado para *P. unionalis*
261 alimentada com cultivar de oliveira desconhecida, foram registrados valores de pré-
262 oviposição, oviposição e pós-oviposição de 2,1, 12,7 e 0,8 dias, respectivamente
263 (Shehata et al. 2003). Os valores de oviposição foram semelhantes aos obtidos para *P.*

264 *forficifera*. Da mesma forma, Badawi et al. (1976) observaram que *P. unionalis* criada
265 em cultivar de oliveira desconhecida, apresentou três dias para o período de pré-
266 oviposição e cinco dias para o de oviposição.

267 Para a fecundidade foi verificada diferença significância para os hospedeiros
268 testados ($F=3,64$, $gl = 3$, $P = 0,0190$), sendo que os valores médios variaram de 172,33
269 ovos em insetos alimentados com a cv. Arbosana a 416,06 ovos para insetos
270 alimentados na cv. Koroneiki. Para *P. unionalis* foram relatados valores variáveis de
271 fecundidade, quando criados em diferentes hospedeiros, mas em semelhantes condições
272 térmicas. Quando criadas em oliveira cv. Ayvalik, a fecundidade média foi de 352 ovos
273 (Yilmaz & Genç 2012), enquanto que quando alimentadas com oliveira cv. Zard a
274 fecundidade foi de 182,33 ovos (Noori & Shirazi 2012), sendo próximo ao observado
275 para *P. forficifera* alimentada na cv. Arbosana. Quando avaliada a fecundidade de *P.*
276 *unionalis* coletadas em pomares de oliveira cv. Gemik, nos intervalos de agosto a
277 setembro e de setembro a dezembro, registrou-se uma fecundidade de 233 e 296,
278 respectivamente (Kaçar & Ulosoy, 2012). Nesse sentido, fica evidente que para *P.*
279 *forficifera*, alimentada nos hospedeiros cv. Arbequina e Ligustro apresentaram
280 fecundidade próxima ao observado nos meses de setembro a dezembro para *P.*
281 *unionalis*. A fecundidade está relacionada à nutrição, sendo que a reserva energética
282 adquirida durante os estágios larvais de insetos holometábolos será utilizada,
283 principalmente no processo de metamorfose, e o excedente, em parte é destinado para a
284 reprodução em adultos (Renwick & Chew 1994).

285 A longevidade tanto de fêmeas ($X^2 = 1,8$; $gl = 3$; $p = 0,612$) (Figura 2 A) quanto
286 de machos ($X^2 = 3,1$; $gl = 3$; $p = 0,381$) (Figura 2 B) não diferiu significativamente nos
287 diferentes hospedeiros. As fêmeas foram menos longevas do que os machos, que
288 apresentaram a mais de 5,24; 9,55; 3,84 e 2,79 dias quando as larvas foram alimentadas

289 nas cvs. Arbequina, Arbosana, Koroneiki e em Ligustro, respectivamente. Para outras
290 espécies de *Palpita*, como *P. unionalis* foram registrados valores inferiores de
291 longevidade em relação a *P. forficifera*, mas também não foi verificada diferença na
292 longevidade entre os sexos, obtendo 16,3 dias para machos e 16 dias para fêmeas,
293 quando criados na fase larval na cv. Ayvalik de oliveira, sob 24°C (Yilmaz & Genç
294 2012). No entanto, Kumral et al. (2007) e Shehata et al. (2003) relataram que a
295 longevidade de *P. unionalis* variou de 9,92 a 11,4 dias para fêmeas e 9 a 11,9 dias para
296 machos em condições semelhantes de laboratório.

297 Quando analisada a tabela de vida de fertilidade, observou-se que a taxa líquida
298 de reprodução (R_o) ($F = 4,68$, $gl = 3$, $P = 0,0044$), a taxa intrínseca de crescimento (R_m)
299 ($F = 6,84$, $gl = 3$, $P = 0,0003$), o intervalo médio entre as gerações (IMG) ($F = 3,02$, $gl =$
300 3 , $P = 0,0341$) e a taxa finita de aumento (λ) ($F = 6,87$, $gl = 3$, $P = 0,0003$) diferiram
301 significativamente para os hospedeiros testados (Tabela 4). A taxa líquida de
302 reprodução, ou seja, a capacidade da população aumentar em número a cada geração é
303 um indicador importante da dinâmica populacional, que resume a aptidão fisiológica da
304 capacidade fisiológica de um inseto (Richards 1961; Kumral et al. 2007). Esta taxa foi
305 de 16,99 vezes na cv. Arbosana, enquanto que para a cv. Koroneiki o aumento da
306 população foi de 106,58 vezes, podendo este último hospedeiro ser considerado
307 adequado para o desenvolvimento da lagarta-da-oliveira. Kumral et al. (2007) obtiveram
308 uma R_o de 298,33, em oliveira cv. Gemlik, aproximadamente 2,8 vezes superior ao
309 valor encontrado para *P. forficifera* na cv. Koroneiki. A comparação entre a taxa líquida
310 de reprodução permite avaliar o potencial de cada hospedeiro para o aumento da
311 população do inseto. Os dados apresentados neste estudo comprovam alto potencial
312 biótico de *P. forficifera*, embora no campo possa ter influências de fatores climáticos e a
313 ação de inimigos naturais que provavelmente contribuem para reduzir esse potencial.

314 A taxa intrínseca de crescimento nas cvs. Arbequina e Koroneiki foram de 0,104
315 e 0,113, respectivamente, diferindo significativamente das demais cultivares que
316 apresentaram os menores valores. Para *P. unionalis* este parâmetro foi de 0,163 em
317 oliveira, cv. Gemlik (Kumral et al. 2007). Quanto ao intervalo médio entre gerações,
318 observou-se maior valor em Ligustro que não diferiu da cv. Arbosana, mas que diferiu
319 das demais. Da mesma forma, a taxa finita de aumento e/ou taxa de crescimento diário
320 da população diferiu significativamente, sendo maior em cv. Arbequina (1,11) e cv.
321 Koroneiki (1,12), em relação a cv Arbosana (1,07) e ligustro (1,09) (Tabela 3).

322 O alimento utilizado pelos insetos herbívoros pode ser prejudicial para o seu
323 desenvolvimento devido a presença de metabólitos secundários das plantas (taninos,
324 ligninas, alcaloides e glicosídeos fenólicos), conteúdo de água, tenacidade e
325 pubescência (Mansingh, 1972; Schroeder, 1986; Matsuki & MacLean 1994; Casher
326 1996; Konno et al. 2009). Essas defesas químicas e físicas alteram-se com o
327 envelhecimento das folhas, e essas mudanças também podem afetar o desempenho da
328 alimentação em herbívoros.

329 Os parâmetros demográficos obtidos de *P. forficifera* criados nos diferentes
330 hospedeiros sob condições controladas de laboratório, auxilia na avaliação da qualidade
331 das plantas hospedeiras. A taxa intrínseca de aumento e a média de tempo entre
332 gerações reflete a adequação da planta hospedeira. Como também outros fatores, a
333 sobrevivência e fecundidade são afetados pelo valor nutricional do hospedeiro (Pereyra
334 & Sanchez 2006). As características como a morfologia da folha, composição química
335 ou outras interações não foram examinadas neste estudo, porém este estudo fornece
336 fundamentação em relação aos hospedeiros de *P. forficifera* e, como tal, será útil para
337 estudos futuros. Pode-se concluir que dos hospedeiros testados, todos permitem o

338 desenvolvimento de *P. forficifera*, mas em termos de aumento de população a cv.
339 Koroneiki se destacou em relação aos demais.

340

341 **Agradecimentos**

342 Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
343 (CAPES) para apoio financeiro ao primeiro autor e ao Conselho Nacional de
344 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para apoio financeiro para parte do
345 estudo e bolsa de pesquisa para o último autor.

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360 **Referências**

- 361 **Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos, and B. E. Mazomenos. 2004.** Effect of trap
362 type, trap color, trapping location, and pheromone dispenser on captures of male *Palpita*
363 *unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 321-329.
- 364 **Azimizade, N., G. Abdollahi, F. M. Movahhedie, and M. Shojaiy. 2003.** Study on
365 common privet (*Ligustrum vulgare*) desirability for breeding Olive Leaf Moth, Hubner
366 (Lepidoptera: Pyralidae), in the laboratory. *Proc. 16th Iranian Plant Prot. Congress,*
367 Tabriz, Iran, 352 pp.
- 368 **Badawi, A, A. M. Awadallh, and S. M. Foda. 1976.** On the biology of the olive leaf moth
369 *Palpita unionalis* Hb. (Lep., Pyralidae). *Z. Ang. Ent.* 80: 103-110.
- 370 **Bellanda, H. C. H. B., and F. S. Zucoloto. 2009.** Lagartas desfolhadoras (Lepidoptera),
371 pp. 425-464. In A.R. Panizzi and J.R.P. Parra (eds.), *Bioecologia e nutrição de insetos:*
372 *Bases para o manejo integrado de pragas.* Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- 373 **Butt, B. A., and E. Cantu. 1962.** Sex determination of lepidopterous pupae. USDA,
374 Washington.
- 375 **Casher, L. E. 1996.** Leaf toughness in *Quercus agrifolia* and its effects on tissue selection
376 by first instars of *Phryganidia californica* (Lepidoptera: Diopitidae) and *Bucculatrix*
377 *albertiella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 89: 109-121.
- 378 **Coutinho, E. F., R. O. Jorge, J. A. Haerter, and V. B. Costa. 2015.** Oliveira: aspectos
379 técnicos e cultivo no sul do Brasil. 1st ed. Embrapa, Brasília.
- 380 **Dyar, H. G. 1980.** The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche.* 420-433.
- 381 **FAOSTAT. 2018.** Food and Agriculture Organization of the United Nation.
382 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

- 383 **Gotoh, T., M. Koyama, Y. Hagino, and K. Doke. 2011.** Effect of leaf toughness and
384 temperature on development in the lilac pyralid, *Palpita nigropunctalis* (Bremer)
385 (Lepidoptera: Crambidae). J. Asia Pac. Entomol. 14: 173-178.
- 386 **Haddad, M. L., R. C. B. Moraes, and J. R. P. Parra. 1995.** Sistema computadorizado
387 para modelos bioestatísticos aplicados à entomologia, pp. 244. In 15th Congresso
388 Brasileiro de Entomologia, Caxambu, MG. SEB, Caxambu, MG.
- 389 **Hayden, J. E., and L. J. Buss. 2013.** Olive shootworm, *Palpita persimilis* Munroe
390 (Insecta: Lepidoptera: Crambidae). EENY556/IN995. Gainesville: University of Florida
391 Institute of Food and Agricultural Sciences.
- 392 **(ITIS) Integrated Taxonomic Information System. 2017.** Catalogue of Life: 28th
393 November 2017 indexing the world's known species
394 <http://www.catalogueoflife.org/col/search/all/key/Palpita/fossil/0/match/1>.
- 395 **Kaçar, G., and M. R. Ulosoy. 2012** Zeytin fidantirli *Palpita unionalis* (Hübner)
396 (Lepidoptera: Pyralidae) in doğa koşullarında biyolojisi. J. Türk. Entomol. 36: 335-344.
- 397 **Khaghaninia, S., and R. F. Pourabad. 2009.** Investigation on biology of olive leaf worm
398 *Palpita unionalis* Hubner (Lepidoptera: Pyralidae) in constant laboratory conditions.
399 Mun. Ent. Zool. 4: 320-326.
- 400 **Konno, K., C. Hirayama, H. Shinbo, and M. Nakamura. 2009.** Glycine addition
401 improves feeding performance of non-specialist herbivores on the privet, *Ligustrum*
402 *obtusifolium*: in vivo evidence for the physiological impacts of anti-nutritive plant
403 defense with iridoid and insect adaptation with glycine. Appl. Entomol. Zool. 44: 595–
404 601.
- 405 **Kumral, N., B. Kovanci, and B. Akbudak. 2007.** Life tables of the Olive Leaf Moth,
406 *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), on different hosts plants. J. Biol.
407 Environ. Sci. 1: 105-110.

- 408 **Maia, A. H. N., A. J. B. Luiz, and C. Campanhola. 2000.** Statistical inference on
409 associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational
410 aspects. *J. Econ. Entomol.* 93: 511-518.
- 411 **Mansingh, A. 1972.** Developmental response of *Antheraea pernyi* to seasonal changes in
412 oak leaves from two localities. *J. Insect Physiol.* 18: 1395-1401.
- 413 **Matsuki, M., and S. F. MacLean. 1994.** Effects of different leaf traits on growth rates of
414 insect herbivores on willows. *Oecologia* 100: 14-152.
- 415 **Meyer, J. S., C. G. Igersoll, L. L. Macdonald, and M. S. Boyce. 1986.** Estimating
416 uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology* 67:
417 1156-1166.
- 418 **Noori, H., and J. Shirazi. 2012.** A study on some biological characteristics of olive leaf
419 moth, *Palpita unionalis* Hübner (Lep: Pyralidae) in Iran. *J. Agr. Sci. Tech.* 14: 257-
420 266.
- 421 **Paullier, J. 2013.** Plagas del olivo, pp.169-181. In M.A. Grompone and J. Villamil (eds.),
422 Aceites de olive: de la planta al consumidor. INIA: Hemisferio Sur, Montevideo.
- 423 **Prado, E., and R. A. Silva. 2006.** Principais pragas da oliveira: biologia e manejo. *Inf.*
424 *Agropec.* 27: 79-83.
- 425 **Pereyra, P., and N. Sánchez. 2006.** Effect of two solanaceous plants on developmental
426 and populacion parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick)
427 (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomol* 35: 671-676.
- 428 **R Development Core Team. 2015.** R: A language and environment for statistical
429 computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 430 **Renwick, J. A. A. and F. S. Chew. 1994.** Oviposition Behavior in Lepidoptera. *Annu.*
431 *Rev. Entomol.* 39: 377-400

- 432 **Ricalde, M. P., F. R. M. Garcia, D. E. Nava, A. E. Loeck, M. G. Donatti-Ricalde, and**
433 **E. F. Coutinho. 2012.** *Oxicenus maxwelli* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) damaging olive
434 tree, *Olea europaea* L., in Rio Grande do Sul State. *Cienc. Rural* 42: 767-769.
- 435 **Ricalde, M. P., D. E. Nava, A. E. Loeck, M. G., E. F. Coutinho, Bisognin, A. and F. R.**
436 **M. Garcia. 2014.** Occurrence of caterpillar of the olive tree, *Palpita forficifera*
437 (Lepidoptera: Pyralidae) in olive groves in the State of Rio Grande do Sul. *Acta Hort.*
438 1057.
- 439 **Ricalde, M. P., D. E. Nava, A. E. Loeck, E. F. Coutinho, A. Bisognin, and F. R. M.**
440 **Garcia. 2015.** Insects related to olive culture in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Cienc.*
441 *Rural*, 45: 2125-2130.
- 442 **Richards, O. W. 1961.** The theoretical and practical study of natural insect populations.
443 *Annu. Rev. Entomol.*, 6: 147-162.
- 444 **Shehata, W. A., S. S. Abou-Elkhair, S. S. Stefanos, A. A. Youssef, and F. N. Nasr.**
445 **2003.** Biological studies on the olive leaf moth, *Palpita unionalis* Hübner (Lep.,
446 Pyralidae) and the olive moth, *Prays oleae* Bernard (Lep., Yponomeutidae). *J. Pest Sci.*
447 76: 155-158.
- 448 **Scheunemann, T, A. D. Grützmacher, S. D. Nörnberg, R. S. Gonçalves, and D. E.**
449 **Nava. 2017.** Deu traça. *Cultivar H F*, 105: 14-16.
- 450 **Schroeder, L. A. 1986.** Changes in tree leaf quality and growth performance of
451 lepidopteran larvae. *Ecology* 67: 1628-1636.
- 452 **Southwood, T. R. E. 1995.** *Ecological methods.* Chapman & Hall, London.
- 453 **Tzanakakis, M. E. 2003.** Seasonal development and dormancy of insects and mites
454 feeding on olive: a review. *Netherlands J. Zool.* 52: 87 – 224.

455 **Yilmaz, Ç., and H. Genç. 2012.** Determination of the life cycle of the olive fruit leaf
456 moth, *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in the laboratory. Fla. Entomol. 95:
457 162 – 170.

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480 Fig. 1 Number of instars of *Palpita forficifera* reared on different hosts. A) cv.
481 Arbequina; B) cv. Arbosana; C) cv. Koroneiki; and, D) Privet; under controlled
482 conditions of temperature ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), relative humidity ($60\pm 10\%$) and photophase (14 h).
483 Black arrows represent the 5 instars and gray color 6 instars.

484

485 Fig. 2 Survival curves for females (A) and males (B) of *Palpita forficifera* reared on
486 different hosts. A) cv. Arbequina; B) cv. Arbosana; C) cv. Koroneiki; and, D) Privet;
487 under controlled conditions of temperature ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), relative humidity ($60\pm 10\%$) and
488 photophase (14 h). Curves followed by the same letters for each sex do not differ by the
489 log-rank test. (Tms – average time of survival).

490

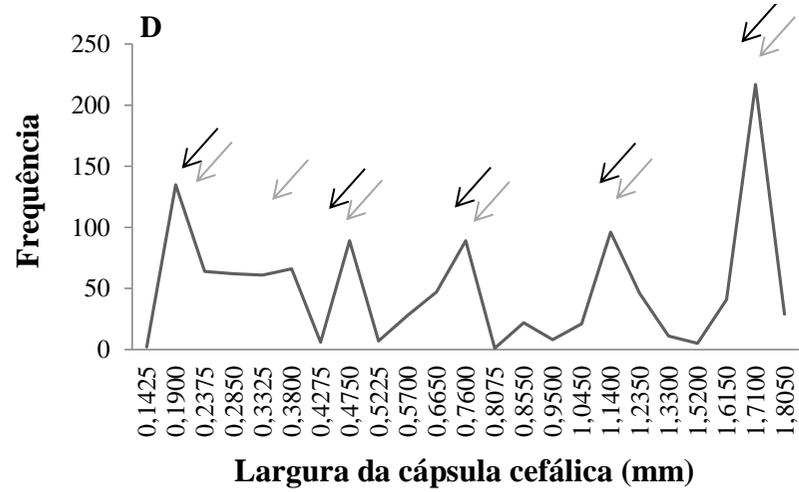
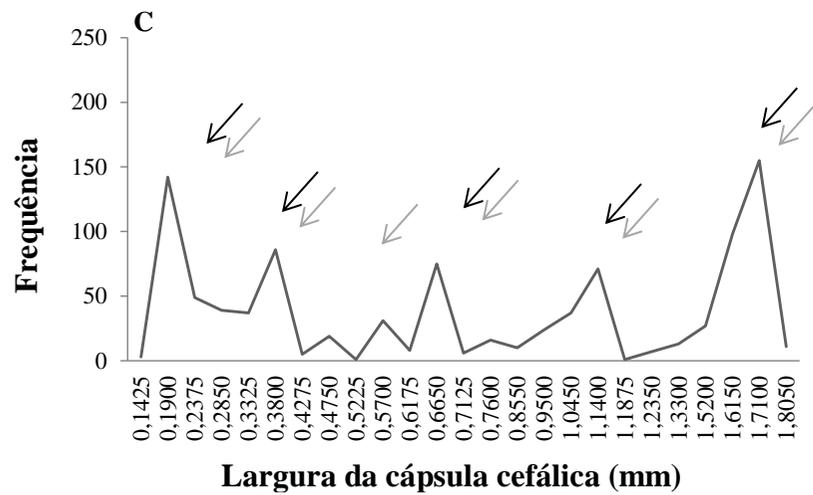
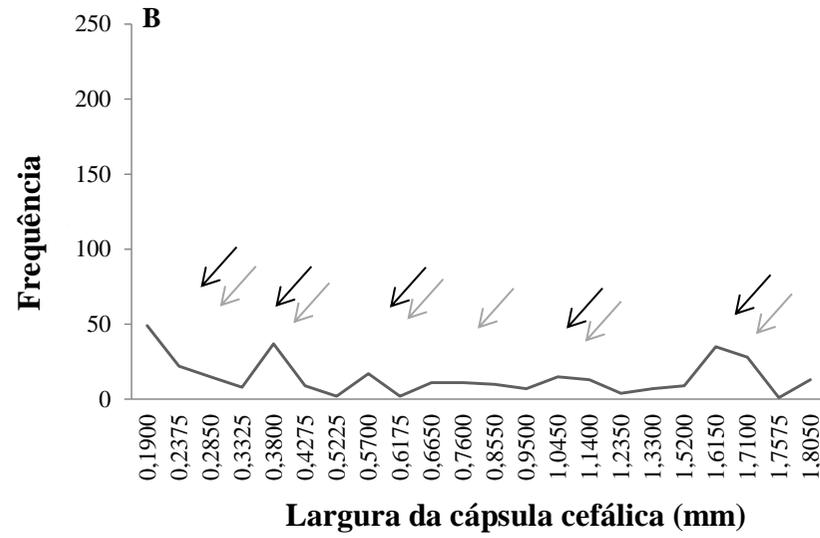
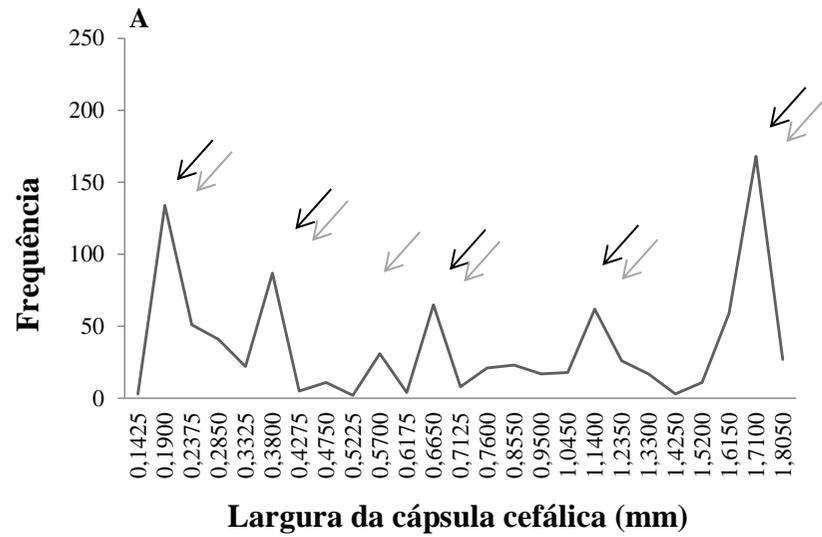


Fig. 1

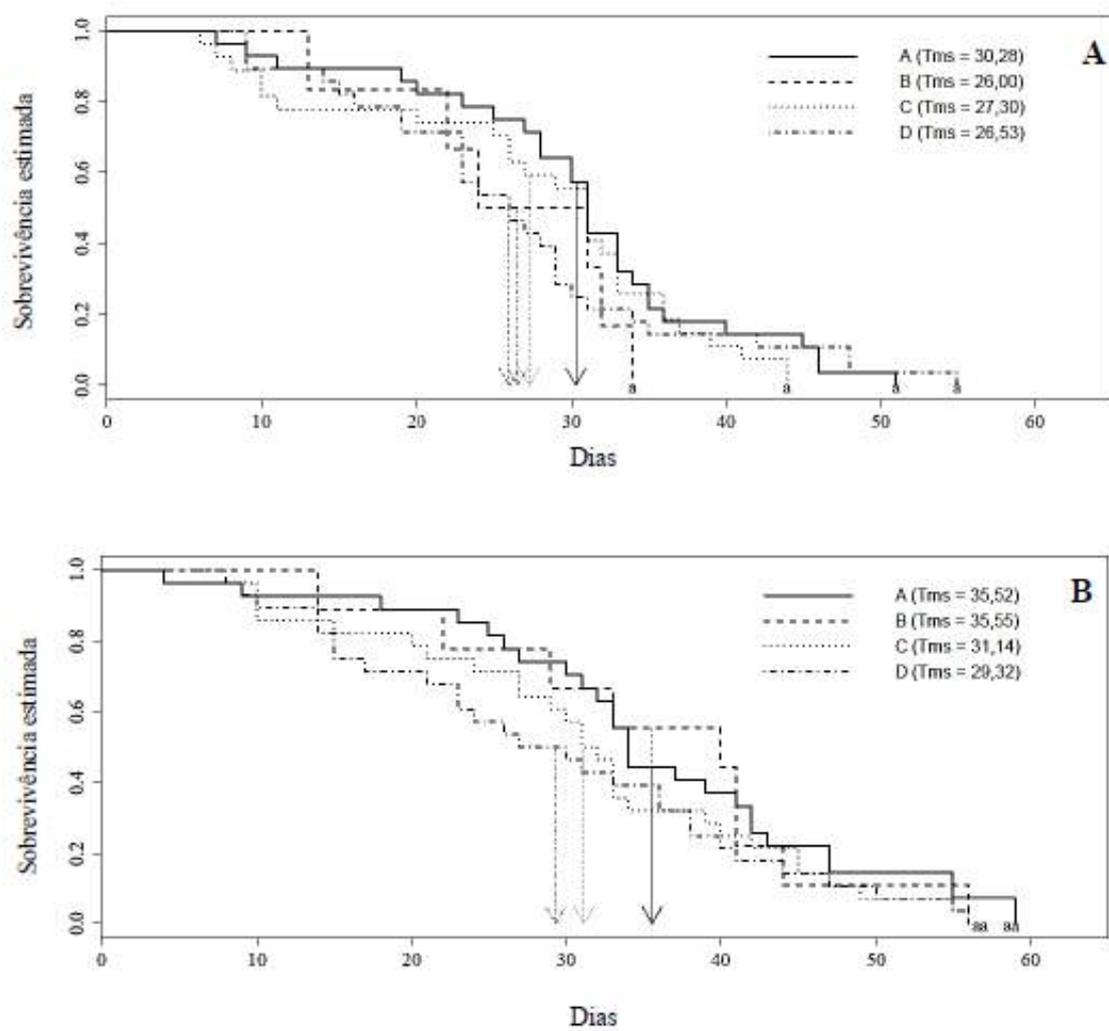


Fig. 2

Tabela 1. Valores médios (\pm EP) de parâmetros biológicos das fases de ovo, lagarta e pupa de *Palpita forficifera* criada em diferentes hospedeiros.

Parâmetros biológicos	Cultivares de oliveira			Ligustro
	Arbequina	Arbosana	Koroneiki	
Duração (dias)				
Fase de ovo ^{ns}	3,86 \pm 0,06	3,92 \pm 0,11	3,88 \pm 0,08	3,85 \pm 0,10
Fase de lagarta	15,88 \pm 0,15 c ^{1/}	16,50 \pm 0,23 bc	15,88 \pm 0,17c	19,10 \pm 0,19 a
Fase de pupa	9,12 \pm 0,06 a	9,18 \pm 0,12 a	9,18 \pm 0,05 a	8,66 \pm 0,07 b
Período ovo-pupa	28,86 \pm 0,28 b	29,02 \pm 0,21 b	28,94 \pm 0,17 b	31,48 \pm 0,28 a
Viabilidade (%)				
Fase de ovo	88,41 \pm 0,06 b	94,01 \pm 0,5 a	82,84 \pm 0,09 d	86,26 \pm 0,63c
Fase de lagarta	82,50 \pm 0,29 b	27,50 \pm 0,06 c	85,00 \pm 0,58 a	85,00 \pm 0,58a
Fase de pupa ^{ns}	100,0 \pm 0,00	100,0 \pm 0,00	100,0 \pm 0,00	100,0 \pm 0,00
Período ovo-pupa	73,05 \pm 0,06 a	25,85 \pm 0,06 b	73,50 \pm 0,29 a	73,33 \pm 0,06 a
Razão sexual ^{2/}	0,56 a	0,55 a	0,55 a	0,45 b
Peso de pupa/fêmea (g) ^{ns}	0,082 \pm 0,001	0,081 \pm 0,003	0,083 \pm 0,001	0,081 \pm 0,002
Peso de pupa/macho (g) ^{ns}	0,081 \pm 0,001	0,081 \pm 0,003	0,081 \pm 0,001	0,084 \pm 0,001

^{1/} Médias (\pm erro padrão) acompanhadas por mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). ^{2/} Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de comparação de proporções ($p \leq 0,05$). ^{ns}: não significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) da análise de variância.

Tabela 2. Número de instares com respectiva largura média da capsula cefálica (mm) e intervalo de variação (entre parênteses), duração média dos instares (dias), constante de Dyar (K) e coeficiente de correlação (R^2) para *Palpita forficifera*, criada em diferentes hospedeiros.

Instar	Cultivares de oliveira						Ligustro	
	Arbequina		Arbosana		Koroneiki		5 instar	6 instar
	5 instar	6 instar	5 instar	6 instar	5 instar	6 instar		
I	0,2271	0,2271	0,2284	0,2284	0,2313	0,2313	0,2695	0,2047
	(0,1425-0,3325)	(0,1425-0,3325)	(0,1900-0,3325)	(0,1900-0,3325)	(0,1425-0,3325)	(0,1425-0,3325)	(0,1425-0,4275)	(0,1425-0,2375)
II	3,4697	3,8030	3,9091	4,2727	3,3521	3,8857	5,8841	3,0000
	0,3841	0,3729	0,3859	0,3859	0,3681	0,3681	0,4755	0,3120
III	(0,3325-0,5225)	(0,3325-0,4275)	(0,3325-0,5225)	(0,3325-0,5225)	(0,3325-0,4275)	(0,3325-0,4275)	(0,4275-0,5225)	(0,2375-0,4275)
	1,8333	1,3485	2,4545	2,1364	1,8592	1,3286	1,4638	2,8696
IV	0,6374	0,5386	0,5700	0,5700	0,6100	0,5359	0,6937	0,4755
	(0,5225-0,7125)	(0,4275-0,6175)	(0,5225-0,6175)	(0,5225-0,6175)	(0,4275-0,7125)	(0,4275-0,6175)	(0,5225-0,8075)	(0,4275-0,5225)
V	1,4848	0,6970	0,9545	0,8182	1,8873	0,8429	2,4058	1,4783
	1,0562	0,6675	0,9253	0,7832	1,0217	0,6639	1,1316	0,6937
VI	(0,7125-1,4225)	(0,6175-0,7125)	(0,6175-1,2350)	(0,6175-0,9500)	(0,7125-1,1875)	(0,7125-1,1875)	(0,8075-1,5200)	(0,5225-0,8075)
	2,9394	1,0758	3,2273	1,7273	2,3944	1,1571	3,1594	2,4493
VII	1,5058	1,0562	1,6243	1,0791	1,6389	1,0217	1,7028	1,1316
	(1,425-1,805)	(0,7125-1,425)	(1,2350-1,8050)	(0,9500-1,2350)	(1,1875-1,8050)	(0,7125-1,1875)	(1,5200-1,8050)	(0,8075-1,5200)
VIII	4,0000	2,7576	4,2273	1,4545	4,5352	2,2714	4,3043	3,0435
		1,5058		1,6243		1,6389		1,7028
IX		(1,425-1,805)		(1,2350-1,8050)		(1,1875-1,8050)		(1,5200-1,8050)
		3,8788		4,2273		4,5000		4,3188
X	1,45157	1,49176	1,55696	1,44923	1,42374	1,28577	1,27911	1,65167
XI	0,99998	0,99998	0,99999	0,99999	0,99999	0,99998	0,99999	1,00000

Tabela 3. Valores médios (\pm EP) de parâmetros biológicos da fase adulta de *Palpita forficifera* quando criada em diferentes hospedeiros.

Parâmetros biológicos	Cultivares de oliveira			Ligustro
	Arbequina	Arbosana	Koroneiki	
Fecundidade ¹	294,47 \pm 42,19ab	172,33 \pm 58,25b	416,06 \pm 41,93a	296,61 \pm 48,16ab
Período de pré-oviposição ^{2,ns}	9,70 \pm 1,05	11,25 \pm 1,14	9,04 \pm 0,99	11,40 \pm 0,94
Período de oviposição ^{2,ns}	10,68 \pm 0,83	8,50 \pm 1,24	12,72 \pm 1,06	9,30 \pm 1,25
Período de pós-oviposição ^{2,ns}	10,04 \pm 1,26	8,50 \pm 2,18	7,74 \pm 1,34	6,10 \pm 1,27

1 = Número de ovos, 2 = Dias. Médias (\pm erro padrão) acompanhadas por mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). ^{ns}: não significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) da análise de variância.

Tabela 4. Parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Palpita forficifera* quando criada nas fases imaturas em diferentes hospedeiros.

Parâmetros	Cultivares de oliveira			Ligustro
	Arbequina	Arbosana	Koroneiki	
IMG	41,20±0,92 b	43,07±1,70 ab	41,29±0,75 b	44,50±0,98 a
R _o	73,10±13,85 ab	16,99±6,55 b	106,58±18,06 a	47,52±11,44 b
R _m	0,104±0,006 a	0,067±0,011 b	0,113±0,004 a	0,087±0,006 b
λ	1,11±0,007 a	1,07±0,01 b	1,12±0,005 a	1,09±0,007 b

Médias (± erro padrão) acompanhadas por mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). R_o (taxa líquida de reprodução), R_m (taxa intrínseca de crescimento), IMG (tempo médio de geração) e λ (taxa finita de aumento).

Artigo 2 - Journal of Economic Entomology

15 **RESUMO**

16 *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) é a considerada a principal
17 praga da oliveira (*Olea europaea* L., Oleaceae) no Brasil e Uruguai. O objetivo deste
18 trabalho foi estudar o comportamento de acasalamento e oviposição de *P. forficifera* em
19 campo e laboratório. Em campo foi determinado o sexo emissor do feromônio de
20 acasalamento e em laboratório foram registrados o ritmo de emergência de machos e
21 fêmeas; a idade, horário e duração do acasalamento; número de cópulas, presença de
22 espermatóforos e horário de oviposição de *P. forficifera*. Os resultados a campo
23 demonstraram que os machos são atraídos pelas fêmeas para o acasalamento, sendo
24 possível capturar até cinco machos por armadilha em apenas uma noite. O ritmo de
25 emergência ocorre de forma sincronizada. A cópula ocorre entre o sétimo e vigésimo
26 terceiro dia de vida, sendo mais frequente na terceira e sexta hora da escotofase. A
27 duração média da primeira cópula foi de 174 minutos, sendo que 35% dos casais
28 recopularam, podendo ocorrer até cinco cópulas. A cópula foi confirmada através da
29 presença de espermatóforo na *bursa copulatrix* da fêmea. O horário de oviposição se
30 concentra das 20:00 às 02:00 horas. Os resultados obtidos permitem conhecer o
31 comportamento reprodutivo e são uteis para futuros estudos visando à identificação do
32 feromônio sexual de *P. forficifera*.

33

34 **Palavras-chave:** Biologia reprodutiva, comportamento sexual, praga da oliveira,
35 lagarta-da-oliveira

36

37

38

39 **Introdução**

40 O cultivo de oliveira (*Olea europaea* L., Oleaceae) ocorre principalmente em regiões de
41 clima subtropical e temperado, visando a produção de azeite de oliva e de azeitona de
42 mesa. A produção mundial de azeitonas em 2016 foi de 19,3 milhões de toneladas (t),
43 em área cultivada de 10,6 milhões de hectares. A Espanha foi o maior produtor (6,5
44 milhões de t), seguida pela Grécia (2,3 milhões de t), Itália (2 milhões de t), Turquia
45 (1,7 milhões de t) e Marrocos (1,4 milhões de t), que juntos concentraram 73% da oferta
46 mundial. Na América do Sul, os principais produtores de azeitonas são Argentina (17,5
47 milhões de t), Chile (11,1 milhões de t) e Peru (5,6 milhões de t) (FAOSTAT 2018).

48 O Brasil ocupa a trigésima sexta posição no ranking mundial, com uma
49 produção de 647 t, ou seja, importa quase a totalidade de azeite e azeitonas consumidas.
50 Porém, nos últimos anos este cenário está mudando devido às oportunidades para
51 ocupar esse nicho de mercado. Assim, projetos visando o desenvolvimento da
52 olivicultura estão sendo implementados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Coutinho et
53 al. 2009). No entanto, dentre os principais problemas fitossanitários da cultura destaca-
54 se a lagarta-da-oliveira *Palpita forficifera* Munroe, 1959 (Lepidoptera: Crambidae) que
55 ocorre nas principais regiões produtoras do Brasil (Ricalde et al. 2015). *Palpita*
56 *forficifera* é considerada uma espécie multivoltina, sendo os danos ocasionados pelas
57 lagartas que se alimentam de brotações, e quando em alta infestação podem atacar
58 folhas senescentes, flores e frutos (Ricalde et al. 2014; Coutinho et al. 2015;
59 Scheunemann et al. 2017). Como consequência dos danos causados pela perda da área
60 foliar, as plantas reduzem a produção no próximo ano, pelo fato das lagartas
61 alimentarem-se das brotações que originam a frutificação no ano seguinte. Com os
62 danos ocasionados nos frutos há uma redução na quantidade e qualidade do azeite e da
63 azeitona, comprometendo a rentabilidade. Além dos danos provocados pela praga há um

64 risco de que *P. forficifera* possa ser introduzida em outros países. Atualmente, seu local
65 de ocorrência está restrito ao continente sul-americano, mas há riscos de introduzida
66 para outras regiões, como ocorreu recentemente com a espécie simpátrica *Palpita*
67 *persimilis* Munroe, 1959 que foi detectada nos Estados Unidos (Hayden & Buss, 2013).

68 A atividade reprodutiva da maioria das mariposas ocorre durante a noite e assim
69 apresentam hábitos crepusculares e/ou noturnos (NcNeil 1991). Nas espécies de
70 *Palpita*, como *P. indica* (Saunders, 1851) e *P. unionalis* Hübner 1796 (Lepidoptera:
71 Crambidae) o comportamento de acasalamento e oviposição ocorre na escotofase
72 (Mazomenos et al. 2002; Hegazi et al. 2007; Choi et al. 2009). No Brasil, adultos de *P.*
73 *forficifera* têm sido coletados em armadilhas luminosas, indicando também que a
74 espécie segue o comportamento das demais do mesmo gênero. Entretanto, durante a
75 escotofase as atividades podem variar conforme a espécie de mariposa (Baughman
76 1991).

77 O manejo de *P. forficifera* tem sido dificultado, visto que não há registros de
78 inseticidas (AGROFIT 2018). Além disto, as técnicas de monitoramento baseados na
79 avaliação visual das plantas infestadas pela praga e no uso de armadilhas luminosas não
80 tem sido eficientes (Scheunemann et al. 2017). Neste sentido, estudos para caracterizar
81 o comportamento reprodutivo de *P. forficifera* poderão auxiliar na descoberta do
82 feromônio sexual que poderá ser utilizado para o monitoramento e controle por
83 confundimento. Assim, o estudo poderá contribuir com a produção de oliveira, que vem
84 sendo realizados em sistemas de produção orgânico ou agroecológico e assim produzir
85 azeites e azeitonas diferenciados e com maior valor de mercado. Desta forma, o objetivo
86 deste trabalho foi estudar o comportamento de acasalamento e oviposição de *P.*
87 *forficifera* em condições de campo e laboratório.

88

89 **Material e Métodos**

90 O trabalho foi realizado em pomares da área experimental de campo e no Laboratório de
91 Entomologia da Embrapa Clima Temperado (Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil), em
92 salas climatizadas, com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $60\pm 10\%$ e
93 fotofase de 14 horas.

94 **Criação de *P. forficifera*.** A criação foi estabelecida a partir da coleta de adultos em
95 pomares de oliveira com auxílio de armadilha luminosa modelo 515 (ISCA
96 Tecnologias, Ijuí, RS, Brasil) provida de luz ultravioleta. Os insetos foram transportados
97 para o laboratório e acondicionados em gaiola plástica transparente (22 cm de altura \times
98 16 cm de diâmetro) confeccionada a partir de garrafas PET de 5 litros. A parte superior
99 foi retirada e na abertura foi colocado tecido tipo *tule*, fixado com atilho de borracha. Os
100 insetos foram alimentados com solução aquosa de mel a 10% e também foi
101 disponibilizada água por capilaridade em recipiente (50 mL). Para a obtenção de ovos,
102 foi colocado sobre o *tule*, papel filtro (12,5 cm de diâmetro) e sobre este, pano esponja
103 vegetal (Spontex, PaneSponja, Ilhéus, BA, Brasil) umedecido. Após 24 horas, o papel
104 filtro contendo a postura, foi retirado e acondicionado em uma placa de Petri (15 cm de
105 diâmetro \times 3 cm de altura) sobre outro papel filtro umedecido. Vinte e quatro horas
106 antes da eclosão, os ovos foram colocados em caixa plástica (30 cm de largura \times 30 cm
107 de altura \times 45 cm de comprimento) contendo brotações de oliveira da cv. Koroneiki, que
108 serviu de alimentação para o desenvolvimento larval e também local de pupação. Após
109 a emergência os insetos foram mantidos em gaiolas de criação, com aproximadamente
110 50 casais, para obtenção dos ovos e realização dos experimentos.

111 **Determinação do sexo emissor do feromônio para o acasalamento.** O experimento
112 foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com 15
113 repetições (armadilhas) instaladas no pomar experimental (1,3 ha) localizado na

114 Embrapa Clima Temperado (31°40'47"S, 52°26'24"W e altitude de 57 m). Foram
115 utilizadas armadilhas (modelo Delta) contendo cartão adesivo (20 x 18 cm) na base
116 interna. Três machos ou fêmeas virgens com um dia de idade foram mantidos em gaiola
117 plástica (6 x 8 cm) envolvida por tecido *tule* e contendo no seu interior um pedaço de
118 algodão umedecido com solução aquosa de mel (10%). As armadilhas foram fixadas nas
119 oliveiras a uma altura de 1,5 m, arranjadas de forma aleatória no pomar e intercaladas
120 por sexo. As avaliações de captura dos insetos foram realizadas diariamente, pela
121 manhã, até a morte dos insetos da armadilha. Caso houvesse captura de adultos de *P.*
122 *forcifera*, estes foram contados, retirados das armadilhas e separados por sexo,
123 baseados na morfologia dos últimos segmentos abdominais e da abertura genital dos
124 adultos (Figura 1).

125 **Ritmo de emergência de machos e fêmeas.** Lagartas neonatas (12 horas) foram
126 individualmente em tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm) contendo uma brotação (gema apical
127 e uma folha) de oliveira cv. Koroneiki fixada em 25 mL de solução geleificada (3%)
128 visando manter a turgidez do alimento. Os tubos foram tamponados com algodão
129 hidrófobo e o alimento foi substituído conforme a necessidade durante a fase larval.
130 Quarenta e oito horas após a pupação, os insetos foram separados por sexo conforme
131 Butt & Cantu (1962) e em seguida, acondicionados em recipiente plástico (40 mL) com
132 tampa perfurada para permitir aeração, contendo um pedaço de algodão umedecido.
133 Diariamente as pupas foram observadas e a data de emergência foi registrada.

134 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 80 repetições
135 (lagartas). O fator de tratamento testado foi o sexo (fêmea e macho). Os resultados
136 foram expressos em percentual de fêmeas e machos emergidos ao longo do tempo.

137 **Comportamento de acasalamento.** Para obtenção de insetos virgens, as pupas
138 oriundas da criação de manutenção foram separadas por sexo e individualizadas em

139 recipiente plástico (400 mL) com tampa perfurada para permitir aeração. No interior foi
140 adicionado um pedaço de algodão umedecido para manter a umidade, sendo após
141 mantidos em câmara climatizada com temperatura de 25°C e fotoperíodo invertido de
142 14:10h (Luz:Escuro). Após a emergência, casais de mesma idade foram
143 individualizados em gaiolas plásticas transparentes (10 cm de diâmetro × 10 cm de
144 altura), com a parte superior e inferior fechados com tecido *tule* fixado por atilhos de
145 borracha. A alimentação dos adultos foi realizada conforme descrito na criação de
146 manutenção.

147 O delineamento experimental foi completamente casualizado com 30 repetições,
148 sendo cada repetição representada por um casal. Os casais foram mantidos em sala
149 climatizada, com iluminação das 18:00 às 8:00 horas. As observações foram realizadas
150 durante as 10 horas da escotofase entre o período de 08:00 e 18:00 horas, por 24 dias
151 consecutivos, utilizando luz vermelha (Delisle & McNeil, 1986). Como variáveis
152 independentes foram consideradas a idade da primeira cópula, horário do acasalamento
153 e número de cópulas; e, como variáveis dependentes foram definidos os percentuais de
154 acasalamento, a duração do acasalamento e o percentual e duração das cópulas.

155 Após a morte da fêmea e/ou ao final do vigésimo quarto dia, foi verificada a
156 presença de espermátóforo na *bursa copulatrix* (bolsa copuladora) das fêmeas. Para tal,
157 fêmeas foram individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de
158 altura), fechado com filme plástico e levado ao freezer (-10°C), onde permaneceram até
159 a dissecação da *bursa copulatrix*. Com o uso de uma tesoura histológica e um bisturi foi
160 destacado o abdome do tórax e colocado em tubo de vidro contendo 20 mL de solução
161 de hidróxido de potássio (KOH 10%), por 48 horas para a retirada de restos de tecido e
162 gordura aderidos à bolsa copuladora.

163 Quarenta e oito horas apos, com o auxílio de pinça entomológica, o abdome foi
164 posto sob vidro de relógio (Syracuse[®]) e dissecado em microscópio (Leica, M80). Para
165 a abertura do abdome foram utilizadas duas agulhas histológicas, sendo uma delas
166 empregada para aprisionar o abdome e a outra para abrir e/ou cortar o tegumento. Uma
167 vez aberto o abdome, realizou-se a retirada dos tecidos gordurosos que ainda ficavam
168 envoltos à bolsa copuladora, com auxílio de pincel e água. Em seguida, a bolsa
169 copuladora foi aberta e os espermátóforos contados. Este procedimento foi fotografado
170 sob microscópio com aumento de 3,2 vezes (Leica, M80).

171 **Horário de oviposição.** O experimento foi realizado utilizando-se metodologia idêntica
172 ao descrito para o experimento de acasalamento. O delineamento experimental foi
173 completamente casualizado, com 11 repetições, sendo cada repetição representada por
174 um casal. O fator de tratamento testado foi o período de oviposição.

175 Foram estabelecidos seis intervalos de duas horas durante o período da
176 escotofase (18:00-20:00, 20:00-22:00, 22:00-24:00, 00:00-02:00, 02:00-04:00 e das
177 04:00-06:00h) e um intervalo de 12h (06:00-18:00h) durante a fotofase para a avaliação
178 e contagem dos ovos por meio da troca do substrato de postura. O experimento foi
179 realizado por sete dias consecutivos. Os ovos foram contabilizados com o auxílio de
180 microscópio estereoscópico (ZEISS, Germany, Stemi SV11).

181 **Análise estatística.** Os dados referentes ao ritmo de emergência foram analisados pelo
182 teste Qui-quadrado (χ^2) ($p \leq 0,05$). Os dados de acasalamento e oviposição foram
183 submetidos à análise de variância através do teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$), seguida
184 da comparação múltipla das médias com o teste de Nemenyi ($p \leq 0,05$) (Elliot e Hynan,
185 2011). O número de cópulas foi analisado por modelo de regressão ($p \leq 0,05$) polinomial
186 inverso de segunda ordem. A seleção do modelo foi baseada no baixo resíduo, baixo p -
187 valor, e alto R^2 e R^2 adj. As idades (dias), por não ocorrer ajuste de equação, foram

188 comparadas com intervalos de confiança a 95%, esses intervalos foram plotados no
189 gráfico e as diferenças foram consideradas significativas quando não houve
190 sobreposição entre as barras verticais.

191

192 **Resultados e Discussão**

193 **Determinação do sexo emissor do feromônio para o acasalamento.** Durante o
194 período de avaliação de nove dias foi capturado somente macho em armadilhas que
195 continham fêmeas virgens (Ver detalhe na Figura 2 A, B), indicando que as fêmeas são
196 responsáveis pela emissão do feromônio para a cópula. Os machos foram capturados
197 nas armadilhas que continham fêmeas a partir do terceiro dia de idade, totalizando 60%
198 (9) das armadilhas disponibilizadas no pomar (Figura 3).

199 McNeil (1991) menciona que na maioria dos casos em mariposas, as fêmeas são
200 responsáveis pela emissão do feromônio sexual para atrair os machos para o
201 acasalamento. Como por exemplo, para a espécie *Ecdytoplopha aurantiana* (Lima, 1927)
202 (Lepidoptera: Tortricidae) observou-se que foram capturados de 8 à 13 machos por
203 armadilha, contendo de três à seis fêmeas por armadilha (Bento et al. 2001).

204 **Ritmo de emergência de machos e fêmeas.** Fêmeas e machos de *P. forficifera*
205 possuem o mesmo período de emergência não sendo observado diferença significativa
206 entre os sexos ($\chi^2 = 0,91$, gl = 1, $P = 0,3421$) (Figura 4). Para as fêmeas a emergência
207 ocorre no período de 22 a 30 dias após a eclosão e para os machos de 24 a 30 dias com
208 pico de emergência aos 25 dias para ambos os sexos. Este resultado evidencia a não
209 ocorrência de protandria (machos emergem antes das fêmeas) ou de protoginia (fêmeas
210 emergem antes dos machos) para *P. forficifera*. O mesmo comportamento de
211 emergência foi registrado para as espécies *Palpita indica* (Saunders, 1851)
212 (Lepidoptera: Crambidae) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777) (Lepidoptera:

213 Noctuidae) (Henneberry & Clayton, 1984; Choi et al. 2009). Para alguns lepidópteros a
214 emergência de machos antes das fêmeas pode conferir uma vantagem adaptativa para o
215 sucesso no acasalamento, especialmente quando os machos competem pelas fêmeas
216 (Zonneveld 1997, Carvalho et al. 1998). No caso de *P. forficifera*, as fêmeas são
217 responsáveis pela seleção sexual, já que elas realizam o chamamento para o
218 acasalamento com a liberação do feromônio sexual.

219 **Comportamento de acasalamento.** Do total de casais avaliados, 66,67% acasalaram e
220 33,33% não acasalaram (Figura 5 A). Os acasalamentos ocorreram entre o sétimo e 23°
221 dia de idade, sendo que as maiores frequências da primeira cópula foram verificadas aos
222 sete, dez e dezesseis dias após a emergência, representando 15, 15 e 20%,
223 respectivamente ($\chi^2 = 68,71$, $gl = 23$, $P < 0,0001$) (Figura 5 B). Estudo realizado com *E.*
224 *aurantiana* demonstram que as maiores frequências de acasalamentos ocorreram no
225 terceiro e quarto dia de idade, correspondendo a 44,7 e 36,8%, respectivamente (Bento
226 et al. 2001). No caso de *P. forficifera* o retardo no primeiro acasalamento e da
227 observação da não concentração da cópula em um período em relação a outras espécies,
228 como por exemplo *E. aurantiana*, pode estar relacionado características fisiológicas da
229 espécie (maturação ovariana) e também a um processo de seleção natural (McNeil
230 1991).

231 O acasalamento de *P. forficifera* diferiu significativamente em relação ao horário
232 ($\chi^2 = 18,81$, $gl = 9$, $P = 0,03$) (Figura 5 C). Foram registrados acasalamentos das 20:00
233 às 05:00 h, sendo que das 22:00 às 02:00 h ocorreram 80% das cópulas. Estudos com *P.*
234 *indica*, revelaram que os acasalamentos ocorreram por todo período da escotofase,
235 apresentando uma maior frequência entre a segunda e quarta hora da escotofase (Choi et
236 al. 2009). Por outro lado, Bento et al. (2001) avaliaram o acasalamento de *E. aurantiana*
237 e observaram que os insetos realizaram cópulas das 17:00 às 21:00 horas, sendo que

238 60% dos acasalamentos ocorreram das 19:00 às 20:00 horas. Provavelmente esta
239 diferença no acasalamento de *P. forficifera* com *E. aurantiana* se deve aos hábitos
240 crepusculares desta última, já que *P. forficifera* parece ter hábitos noturnos. Nossos
241 resultados corroboram a indicação de que a maioria das mariposas possuem atividade na
242 escotofase, sendo que este comportamento é regulado pelo ritmo circadiano de cada
243 espécie (Cardé & Haynes 2004). O fato das espécies emitirem feromônio em intervalos
244 específicos é considerado como um importante mecanismo para garantir o isolamento
245 reprodutivo (Cardé & Roelofs 1973). Estudo realizado com *Crociosema aporema*
246 (Walsingham, 1914) (Lepidoptera: Tortricidae) revelou que 73% dos acasalamentos
247 ocorreram entre a quarta e sexta hora da escotofase, próximo ao que encontramos para
248 *P. forficifera* (Altesor et al. 2010).

249 A duração da primeira cópula diferiu significativamente com a idade dos casais
250 ($\chi^2 = 38,6818$, gl = 23, $P = 0,0215$) variando de 121 a 221 min, sendo a média de 174
251 min (Figura 5 D). Estudos realizados com *P. indica* em condições de temperatura e
252 umidade relativa do ar próximo ao estudo com *P. forficifera*, mas com menor período
253 de escotofase (8h) indicam que a duração média do acasalamento foi de 48 minutos
254 (Choi et al. 2009), sendo, portanto, inferior a *P. forficifera*. Da mesma forma, para *E.*
255 *aurantiana* foi relatada uma duração de 101 minutos (Bento et al. 2001) e para *C.*
256 *aporema* foi registrado uma duração de 81 minutos (Altesor et al. 2010).

257 O número de casais que copularam mais de uma vez (22%) foi reduzido
258 significativamente ($F = 69,11$, gl = 4, $P < 0,0001$) de maneira que este fenômeno
259 biológico ajustou-se ao modelo polinomial inverso de segunda ordem ($F = 235,80$, gl =
260 2, $P < 0,0001$) (Figura 6). Para outras espécies, como por exemplo, *Cydia pomonella*
261 (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) foi observado de quatro a sete cópulas em
262 condições de laboratório e no máximo duas cópulas em condições de campo (Gehring &

263 Madsen, 1963). O número de cópulas registrado nas avaliações do acompanhamento dos
264 casais, foi comprovado, através da dissecação da *bursa copulatrix* e conseqüentemente
265 determinado a presença e o número de espermátóforos (Figura 7), indicando que para
266 cada cópula ocorrem a transferência de um espermátóforo. Este resultado indica que
267 para a avaliação do número de acasalamentos de *P. forficifera* é mais rápido e pratico a
268 dissecação da bolsa copuladora.

269 Foi observado que à medida que ocorreram mais de uma cópula, a duração
270 média do acasalamento diminuiu diferindo significativamente ($F = 51,74$, $gl = 4$, $P <$
271 $0,0001$) e ajustando-se ao modelo polinomial inverso de segunda ordem ($F = 105,37$, gl
272 $= 2$, $P < 0,0001$) (Figura 8). A duração média das cópulas foi reduzida com as
273 sucessivas cópulas passando de 170 minutos para 20 minutos em insetos que copularam
274 1 e 5 vezes, respectivamente.

275 **Horário de oviposição.** A oviposição de *P. forficifera* difere significativamente em função dos
276 períodos avaliados ($\chi^2 = 20,35$, $gl = 5$, $P = 0,0011$) (Figura 9). Cerca de 99% da postura ocorreu
277 das 20:00 às 06:00, indicando que esta atividade ocorre durante a noite. Dentro do período da
278 escotofase, o pico da oviposição se concentrou das 20:00 às 02:00 horas. Desse modo, ficou
279 evidente o hábito noturno na oviposição de *P. forficifera* com predominância dessa atividade
280 nas seis primeiras horas da escotofase. Apesar de o estudo ter sido realizado em condições de
281 laboratório, onde ocorreu passagem drástica, do período de fotofase para escotofase, acredita-se
282 que esse comportamento seja similar as condições de campo. Para grande parte dos
283 lepidópteros, a luz tem grande influência sobre o comportamento reprodutivo e sexual, e a
284 diminuição na intensidade de luz no entardecer estimula essas atividades para muitas espécies.
285 Em *P. forficifera*, a presença de luz nitidamente inibiu a oviposição, demonstrando que o inseto
286 é sensível a esse estímulo.

287

288

289 Agradecimentos

290 Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
291 (CAPES) para apoio financeiro ao primeiro autor e ao Conselho Nacional de
292 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para apoio financeiro para parte do
293 estudo e bolsas de pesquisa para o último autor.

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314 **Referências**

- 315 **AGROFIT.** Sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2017. Disponível em:
316 <[http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-](http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit)
317 [inicial/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit](http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit)>. Acesso em: 07 fev. 2018.
- 318 **Altesor, P., V. R. Horas, M. P. Arcia, C. Rossini, P. H. G. Zarbin, and A. González.**
319 **2010.** Reproductive behaviour of *Crociosema (=Epinotia) aporema* (Walsingham)
320 (Lepidoptera: Tortricidae): temporal pattern of female calling and mating. Neotrop
321 Entomol. 39: 324-329.
- 322 **Baughman, J. F.** 1991. Do protandrous males have increased mating success? The case
323 of *Euphydryas editha*. Am, Nat. 138: 536-542.
- 324 **Bento, J. M. S., J. R. P. Parra, E. F. Vilela, J. M. Walder, and W. S. Leal. 2001.**
325 Sexual behavior and diel activity of citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana*. J.
326 Chem. Ecol. 27: 2053-2065
- 327 **Butt, B. A., and E. Cantu. 1962.** Sex determination of lepidopterous pupae.
328 Washington: USDA, 7 p.
- 329 **Cardé, R. T., and W. F. Roelofs. 1973.** Temperature modification of the male sex
330 pheromone response and factores affecting female calling in *Holomelina immaculata*
331 (Lepidoptera: Arctiidae). Can Entomol. 105: 1505-1512.
- 332 **Cardé, R. T., and K. F. Haynes. 2004.** Structure of the pheromone communication
333 channel in moths, p. 232-332. In Cardé R. T., Millar J. G. Ed. Advances in Insect
334 Chemical Ecology. Cambridge, Cambridge University Press, 341 p.
- 335 **Carvalho, M. C., P. C. D. Queiroz, and A. Ruszczyk. 1998.** Protandry and female
336 size-fecundity variation in the tropical butterfly *Brassolis sophorae*. Oecologia 116:
337 98- 102.

- 338 **Choi, K. S., J. M. Lee, J. H. Park, J. R. Cho, J. H. Song, D. S. Kim, and K. S. Boo.**
339 **2009.** Sex pheromone composition of the cotton caterpillar, *Palpita indica*
340 (Lepidoptera: Pyralidae), in Korea. *J. Asia Pac Entomol.* 12: 269-275.
- 341 **Coutinho, E. F., F. C. Ribeiro and T. H. Cappellaro. 2009.** Cultivo de oliveira (*Olea*
342 *europaea* L.). Embrapa Clima Temperado, Sistema de Produção, 125 p.
- 343 **Coutinho, E. F., R. O. Jorge, J. A. Haerter, and V. B. Costa. 2015.** Oliveira: aspectos
344 técnicos e cultivo no sul do Brasil. 1 ed. Embrapa, Brasília, 181 p.
- 345 **Delisle, J., and J. N. McNeil. 1986.** The effect of photoperiod on calling behavior of
346 virgin females of the true armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Haw.) (Lepidoptera:
347 Noctuidae). *J. Insect Physiol.* 32: 199-206.
- 348 **Elliot, A. C., and L. S. Hynan. 2011** A SAS® macro implementation of a multiple
349 comparison post hoc test for a Kruskal–Wallis analysis. *Computer Methods and*
350 *Programs in Biomedicine*, 102:75-80.
- 351 **FAOSTAT. 2018.** Food and Agriculture Organization of the United Nation in
352 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data>) (accessed 11 Jan 2018).
- 353 **Gehring, R. D., and H. F. Madsen. 1963.** Some aspects of the mating and oviposition
354 behavior of the Codling Moth, *Carpocapsa pomonella*. *J. Econ. Entomol.* 56: 140-
355 143.
- 356 **Hayden, J. E., and L. J. Buss. 2013.** Olive shootworm, *Palpita persimilis* Munroe
357 (Insecta: Lepidoptera: Crambidae). EENY556/IN995. Gainesville: University of
358 Florida Institute of Food and Agricultural Sciences.
- 359 **Hegazi, E. M., M. A. Konstantopoulou, P. Milonas, A. Herz, B. E. Mazomenos, W.**
360 **E. Khafagi, A. Zaitun, S. M. Abdel-Rahman, I. Helal, and S. El-Kemny. 2007.**
361 Mating disruption of the jasmine moth *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae)

- 362 using a two pheromone component blend: A case study over three consecutive olive
363 growing seasons in Egypt. *Crop Prot.* 26: 837-844.
- 364 **Henneberry, T. J. and T. E. Clayton. 1984.** Time of emergence, mating, sperm
365 movement, and transfer of ejaculatory duct secretory fluid by *Heliothis virescens* (F.)
366 (Lepidoptera: Noctuidae) under reversed light-dark cycle laboratory conditions. *Ann.*
367 *Entomol. Soc. Am.* 77, 301-305.
- 368 **Mazomenos, B. E., M. Konstantopoulou, D. Stefanou, S. Skareas, and L. C.**
369 **Tzeiranakis. 2002.** Female calling behaviour and male response to the synthetic sex
370 pheromone components of *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *IOBC wprs*
371 *Bulletin* 25: 1-10.
- 372 **McNeil, J.N. 1991.** Behavioral Ecology of Pheromone-Mediated Communication in
373 Moths and its Importance in the use of Pheromone Traps. *Ann. Rev. Entomol.* 36:
374 407-430.
- 375 **Ricalde, M. P., D. E. Nava, A. E. Loeck, M. G., E. F. Coutinho, Bisognin, A. and F. R.**
376 **M. Garcia. 2014.** Occurrence of caterpillar of the Olive Tree, *Palpita forficifera*
377 (Lepidoptera: Pyralidae) in olive groves in the state of Rio Grande do Sul. *Acta Hort.*
378 1057.
- 379 **Ricalde, M. P., D. E. Nava, A. E. Loeck, E. F. Coutinho, A. Bisognin, and F. M.**
380 **Garcia. 2015.** Insects related to Olive culture in Rio Grande do Sul State, Brazil.
381 *Cienc. Rural* 45: 2125-2130.
- 382 **Scheunemann, T., A. D. Grützmacher, S. D. Nörnberg, R. S. Gonçalves, and D. E.**
383 **Nava. 2017.** Deu traça. Cultivar H F 105: 14 – 16.
- 384 **Zonneveld, C. 1997.** Being big or emerging early? Polyandry and the trade-off between
385 size and emergence in male butterflies. *Am. Nat.* 149: 946-965.
- 386

387 Fig. 1 Detalhe no final do abdômen de adultos de *Palpita forficifera*, caracterizando o
388 dimorfismo sexual. A) Machos; B) Fêmea.

389 Fig. 2 Armadilha Delta utilizada para determinação do sexo emissor do feromônio de
390 acasalamento. A) Fêmeas aprisionadas nas gaiolas; B) Macho aderidos ao piso adesivo
391 de *Palpita forficifera*. Os círculos indicam os machos capturados.

392 Fig. 3 Porcentagem de insetos capturados nas armadilhas para determinar o sexo
393 emissor de feromônio de acasalamento de *Palpita forficifera*

394 Fig. 4 Ritmo de emergência de fêmeas e machos de *Palpita forficifera*. ns: não
395 significativo entre os sexos pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) ($p \leq 0,05$).

396 Fig. 5 Comportamento de acasalamento de *Palpita forficifera*. (A) Percentual de insetos
397 que acasalaram; idade (B), tempo (C) e duração (D) do acasalamento. As barras
398 verticais representam os intervalos de confiança a 95%. Letras idênticas não diferem
399 entre si pelo teste de Nemenyi ($p \leq 0,05$), comparando os tempos na escotofase.

400 Fig. 6 Frequência de acasalamento de *Palpita forficifera*.

401 Fig. 7 Parte da genitália feminina de *P. forficifera*. A) *Bursa copulatrix* sem
402 espermatóforo; B) *Bursa copulatrix* com espermatóforos; C) Espermatóforo; D) Dois
403 espermatóforos; E) Três espermatóforos.

404 Fig. 8 Duração de acasalamento de *Palpita forficifera* em relação ao número de cópulas.
405 As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%.

406 Fig. 9 Percentual de ovos colocados por *Palpita forficifera* em função do horário. Letras
407 idênticas não diferem entre si pelo teste de Nemenyi ($p \leq 0,05$), comparando os períodos
408 avaliados.



Fig. 1

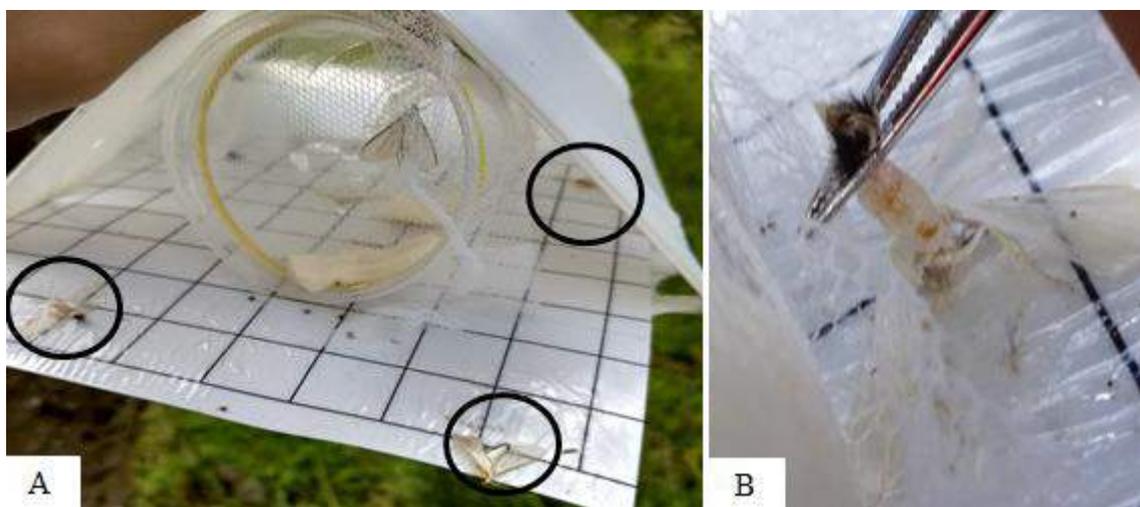


Fig. 2 A e 2 B

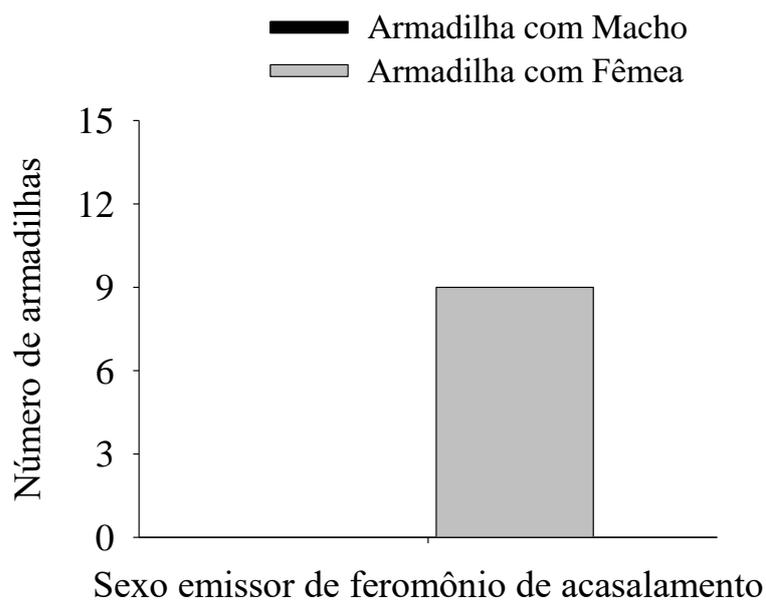


Fig. 3

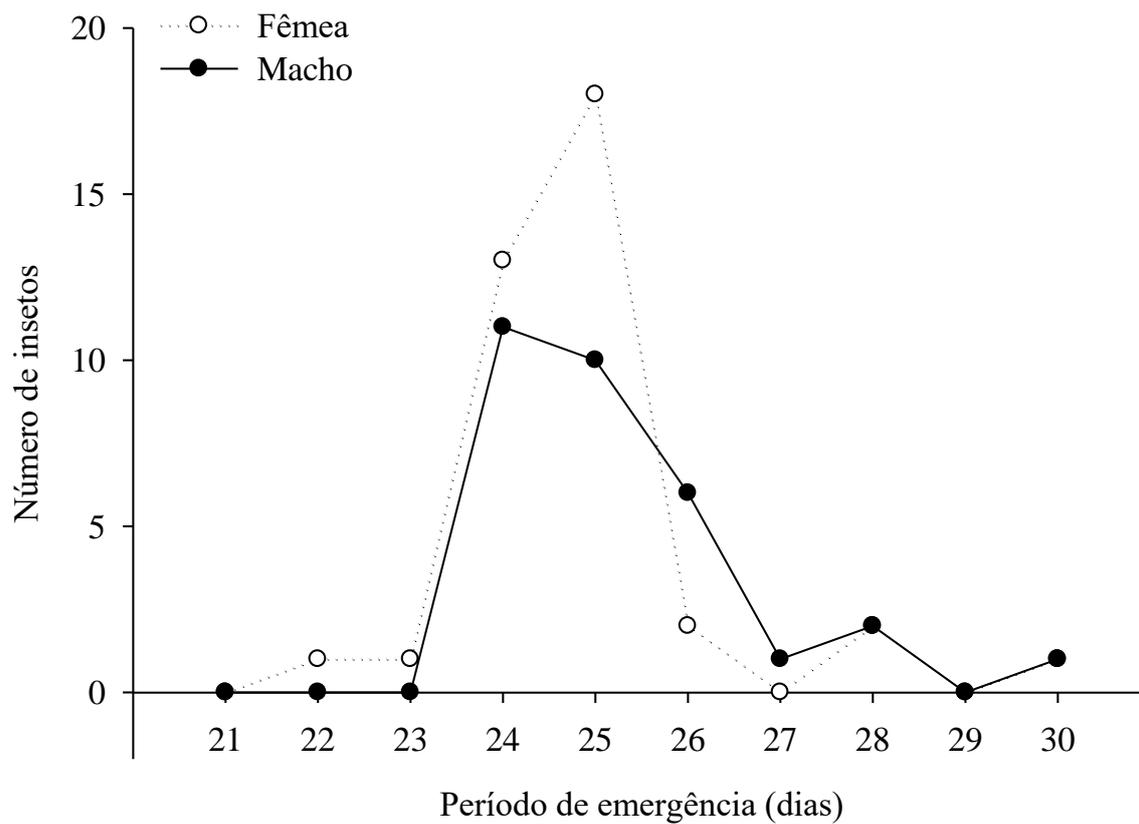


Fig. 4

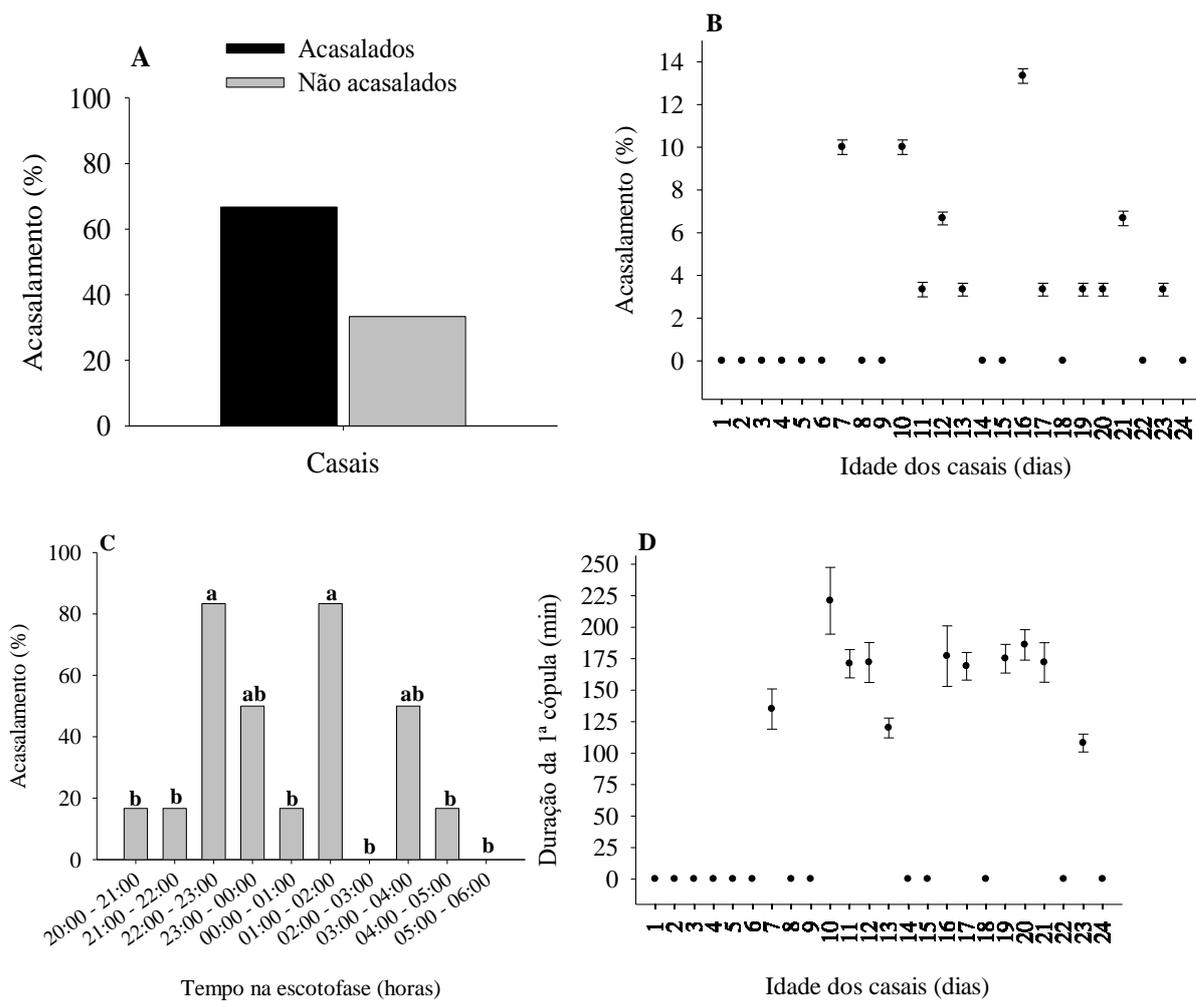


Fig. 5

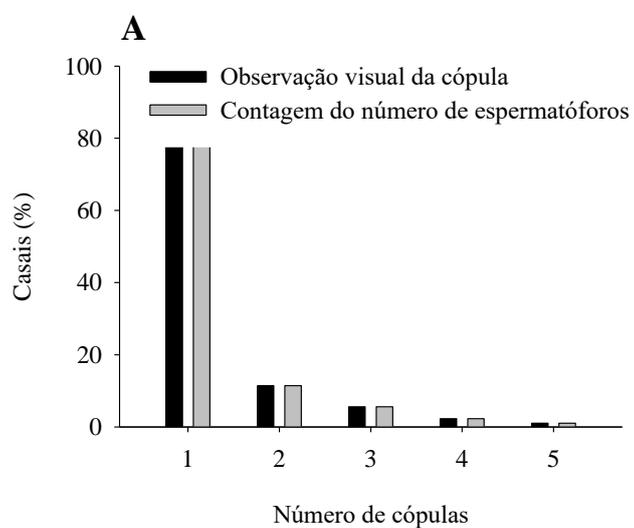


Fig. 6

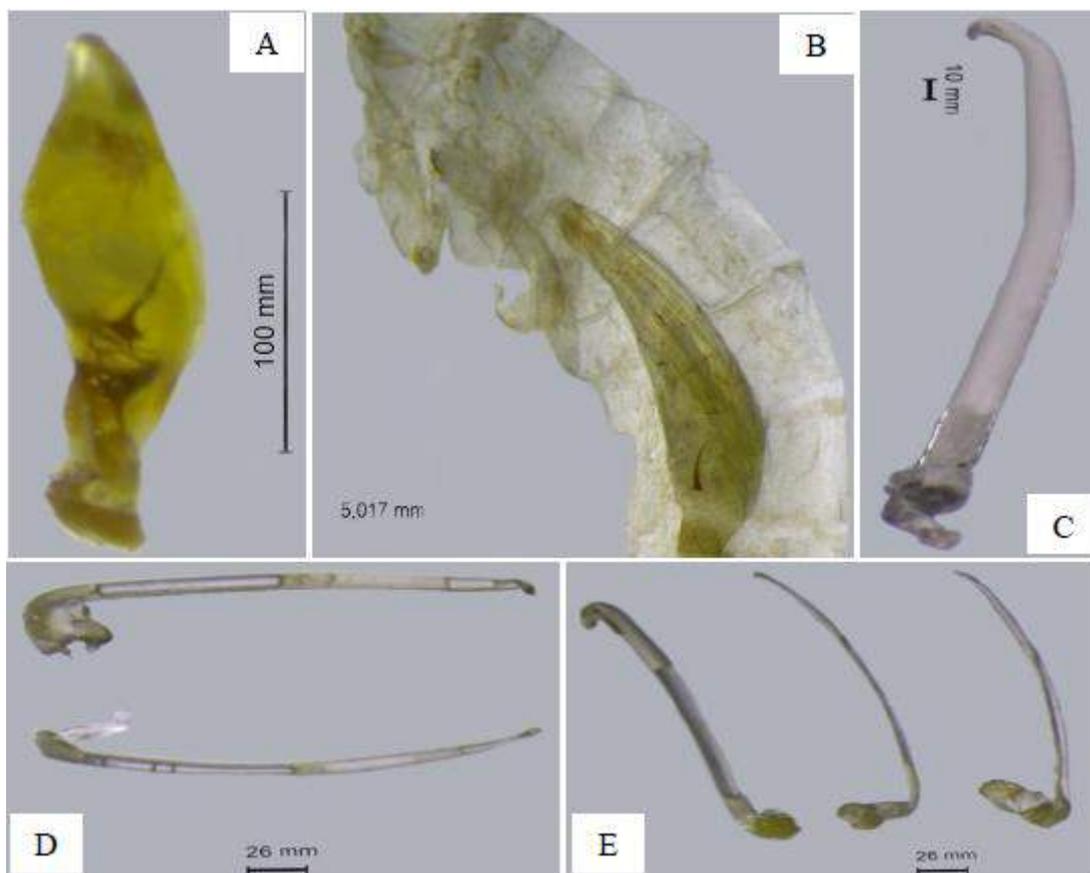


Fig. 7

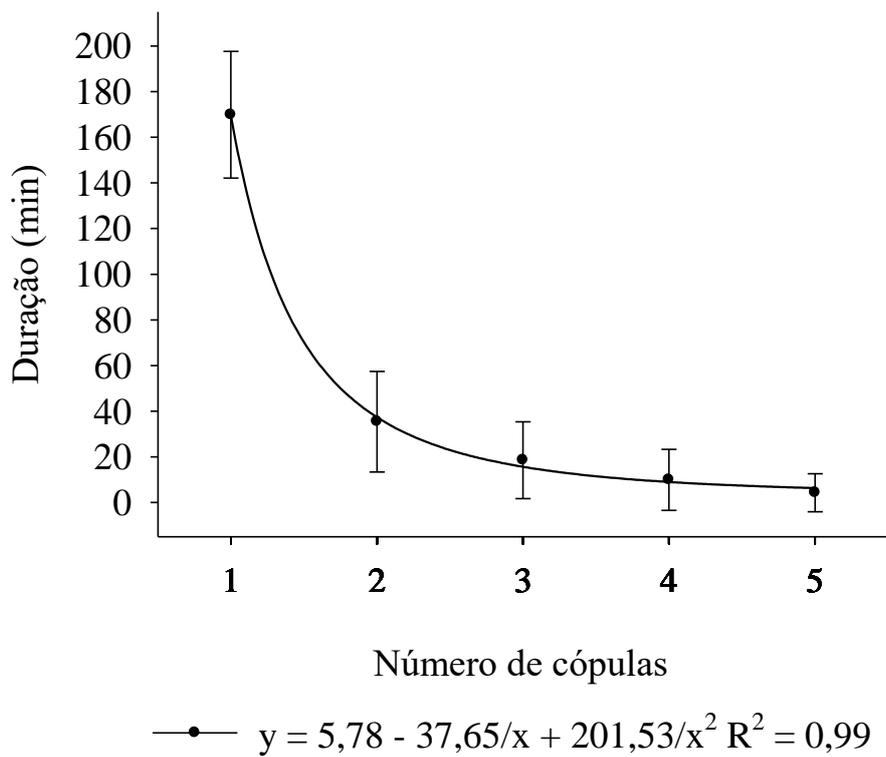


Fig. 8

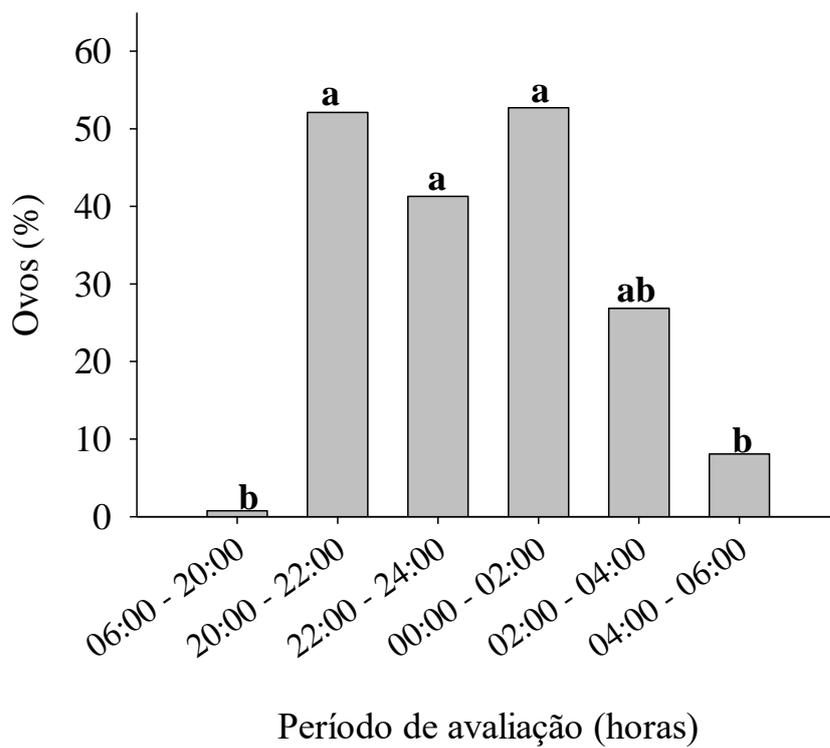


Fig. 9

5. Conclusões gerais

- O hospedeiro ligustro proporciona a *Palpita forficifera* uma maior duração da fase larval e do período ovo-pupa em relação as cultivares de oliveira Arbequina, Arbosana e Koroneiki, enquanto que a cv. Arbosana proporciona menor viabilidade larval e conseqüentemente uma menor viabilidade do período ovo-pupa;
- Insetos alimentados em ligustro possuem uma menor razão sexual em relação aos demais alimentos;
- O número de instares de *P. forficifera* varia de 5 a 6 em todos os alimentos testados;
- Os alimentos testados não influenciam no peso de pupas;
- Fêmeas de *P. forficifera* foram mais fecundas quando alimentadas com a cultivar Koroneiki;
- As cultivares Koroneiki e Arbequina propiciam um maior aumento demográfico populacional em relação a cultivar Arbosana e ao hospedeiro alternativo ligustro;
- Fêmeas de *P. forficifera* são responsáveis pela emissão do feromônio sexual, utilizado para o acasalamento;
- Machos e fêmeas de *P. forficifera* emergem ao mesmo tempo, não demonstrando protoginia ou protandria;
- Os acasalamentos de *P. forficifera* ocorrem do sétimo ao vigésimo terceiro dia de vida, principalmente na terceira e sexta hora da escotofase;
- A duração média da primeira cópula de *P. forficifera* é de 174 minutos;
- Machos de *P. forficifera* transferem um espermatóforo por acasalamento.
- O horário de oviposição de *P. forficifera* se concentra nas seis primeiras horas da escotofase.

6- Referências bibliográficas

ATHANASSIOU, C. G.; KAVALLIERATOS, N. G.; MAZOMENOS, B. E. Effect of trap type, trap color, trapping location, and pheromone dispenser on captures of male *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.97 n.2, p. 321-329, 2004.

BONTEMPO, M. Azeite de oliva: sabor, estética e saúde. **Editora Alaúde**, 2008, 148p.

COUTINHO, E. F. et al. **Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no sul do Brasil: Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.)**. 1. ed. Pelotas, Embrapa Clima Temperado. Brasília: Embrapa, 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

FAVETTI, B. M. **Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes cultivares de soja e cultivares de entressafra: uso de dados biológicos para o manejo da espécie**. 2013. 88p f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

GOMES, P. A oliveira no Brasil. **Edições melhoramentos**, 1979, 208p.

ITIS. **Integrated Taxonomic Information System. Catalogue of Life: 28th November 2017 indexing the world's known species** Disponível em : <<http://www.catalogueoflife.org/col/search/all/key/Palpita/fossil/0/match/1>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

PAULLIER, J. Plagas del olivo. In: GROMPONE, M. A.; VILLAMIL, J. **Aceites de olive: de la planta al consumidor**. INIA: Hemidferio Sur, 2013. P. 169-181.

RICALDE, M. P.; GARCIA, F. R. M.; NAVA, D. E.; LOECK, A. E.; DONATTI-RICALDE, M. G.; COUTINHO, E. F. *Oxycenus maxwelli* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) damaging olive tree, *Olea europaea* L., in Rio Grande do Sul State. **Ciência Rural**, v. 42 n. 5, p. 767-769, 2012.

RICALDE, M. P.; GARCIA, F. R. M. Insetos e ácaros associados à cultura da oliveira na América do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 7, n. 2. p. 61-72, 2013.

RIZZO, C.; ARGUMEDO, F. D. Competitividade na indústria olivícola. **Apuntes de Industrias e Servicios**. 2011 II, 30p.

SCHEUNEMANN, T.; GRÜTZMACHER, A. D.; NÖRNBERG, S. D.; GONÇALVES, R.S.; NAVA, D. E. Deu traça. **Cultivar HF** v. 105 p. 14-16. 2017

TZANAKAKIS, M. E. Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive: a review. **Netherlands Journal of Zoology**. v. 52, p. 87 – 224. 2003.