
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

**Valor adaptativo do parasitóide *Apanteles galleriae*
(Hymenoptera: Braconidae) de população natural e
da população mantida em laboratório**

Erico Nomura

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Campus de Rio
Claro, para a obtenção do título de
Doutor em Ciências Biológicas
(Área de Concentração: Zoologia)

**Rio Claro
Estado de São Paulo - Brasil
Julho de 2009**

**Valor adaptativo do parasitóide *Apanteles galleriae*
(Hymenoptera: Braconidae) de população natural e
da população mantida em laboratório**

Erico Nomura

**Orientador: Prof. Dr. José Chaud Netto
Co-Orientador: Prof. Dr. Nivar Gobbi**

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Campus de Rio Claro, para a
obtenção do título de Doutor em
Ciências Biológicas (Área de
Concentração: Zoologia)

**Rio Claro
Estado de São Paulo - Brasil
Julho de 2009**

595.78 Nomura, Erico
N811v Valor adaptativo do parasitóide *Apanteles galleriae*
(Hymenoptera: Braconidae) de população natural e da
mantida em laboratório / Nomura, Erico - Rio Claro : [s.n.],
2009
168 f. : figs., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: José Chaud Netto

1. XX. 2. Lepidóptero. 3. Densidade de hospedeiros. 4.
Controle biológico. 5. Razão sexual. 6. Longevidade. I.
Título

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Aos meus pais, Masaru e Madalena, pelo amor incondicional, pelo apoio e conselhos. Sem vocês eu nada seria;

À minha irmã, exemplo de determinação;

Ao meu cunhado Rafael e minha sobrinha Nicole: a presença de vocês torna nossos dias mais iluminados;

Ao meu avô, Takeo Nomura e minha tia, Maria Shirley Alonso (*in memoriam*);

A Deus,

Dedico

Quase

Ainda pior que a convicção do não, a incerteza do talvez, é a desilusão de um "quase". É o quase que me incomoda, que me entristece, que me mata trazendo tudo que poderia ter sido e não foi.

Quem quase ganhou ainda joga, quem quase passou ainda estuda, quem quase morreu está vivo, quem quase amou não amou. Basta pensar nas oportunidades que escaparam pelos dedos, nas chances que se perdem por medo, nas idéias que nunca sairão do papel por essa maldita mania de viver no outono.

Pergunto-me, às vezes, o que nos leva a escolher uma vida morna; ou melhor, não me pergunto, contesto. A resposta eu sei de cor, está estampada na distância e frieza dos sorrisos, na frouxidão dos abraços, na indiferença dos "Bom dia", quase que sussurrados. Sobra covardia e falta coragem até pra ser feliz.

A paixão queima, o amor enlouquece, o desejo trai. Talvez esses fossem bons motivos para decidir entre a alegria e a dor, sentir o nada, mas não são. Se a virtude estivesse mesmo no meio termo, o mar não teria ondas, os dias seriam nublados e o arco-íris em tons de cinza. O nada não ilumina, não inspira, não aflige nem acalma, apenas amplia o vazio que cada um traz dentro de si.

Não é que fé mova montanhas, nem que todas as estrelas estejam ao alcance, para as coisas que não podem ser mudadas resta-nos somente paciência, porém, preferir a derrota prévia à dúvida da vitória é desperdiçar a oportunidade de merecer.

Pros erros há perdão; pros fracassos, chance; pros amores impossíveis, tempo. De nada adianta cercar um coração vazio ou economizar alma. Um romance cujo fim é instantâneo ou indolor não é romance. Não deixe que a saudade sufoque, que a rotina acomode, que o medo impeça de tentar.

Desconfie do destino e acredite em você. Gaste mais horas realizando que sonhando, fazendo que planejando, vivendo que esperando porque, embora quem quase morre esteja vivo, quem quase vive já morreu!!!

UMA TESE É UMA TESE

MARIO PRATA

Sabe tese, de faculdade? Aquela que defendem? Com unhas e dentes? É dessa tese que eu estou falando. Você deve conhecer pelo menos uma pessoa que já defendeu uma tese. Ou esteja defendendo. Sim, uma tese é defendida. Ela é feita para ser atacada pela banca, que são aquelas pessoas que gostam de botar banca.

As teses são todas maravilhosas. Em tese. Você acompanha uma pessoa meses, anos, séculos, defendendo uma tese. Palpitantes assuntos. Tem tese que não acaba nunca, que acompanha o elemento para a velhice. Tem até teses pós-morte.

O mais interessante na tese é que, quando nos contam, são maravilhosas, intrigantes. A gente fica curiosa, acompanha o sofrimento do autor, anos a fio. Aí ele publica, te dá uma cópia e é sempre - sempre - uma decepção. Em tese. Impossível ler uma tese de cabo a rabo. São chatíssimas. É uma pena que as teses sejam escritas apenas para o julgamento da banca circumspecta, sisuda e compenetrada em si mesma. E nós?

Sim, porque os assuntos, já disse, são maravilhosos, cativantes, as pessoas são inteligentíssimas. Temas do arco-da-velha. Mas toda tese fica no rodapé da história. Pra que tanto sic e tanto apud? Sic me lembra o Pasquim e apud não parece candidato do PFL para vereador? Apud Neto.

Escrever uma tese é quase um voto de pobreza que a pessoa se autodecreta. O mundo pára, o dinheiro entra apertado, os filhos são abandonados, o marido que se vire. Estou acabando a tese. Essa frase significa que a pessoa vai sair do mundo. Não por alguns dias, mas anos. Tem gente que nunca mais volta. E, depois de terminada a tese, tem a revisão da tese, depois tem a defesa da tese. E, depois da defesa, tem a publicação. E, é claro, intelectual que se preze, logo em seguida embarca noutra tese. São os profissionais, em tese. O pior é quando convidam a gente para assistir à defesa. Meu Deus, que sono. Não em tese, na prática mesmo.

Orientados e orientandos (que nomes atuais!) são unânimes em afirmar que toda tese tem de ser - tem de ser! - daquele jeito. É pra não entender, mesmo. Tem de ser formatada assim. Que na Sorbonne é assim, que em Coimbra também. Na

Sorbonne, desde 1257. Em Coimbra, mais moderna, desde 1290. Em tese (e na prática) são 700 anos de muita tese e pouca prática.

Acho que, nas teses, tinha de ter uma norma em que, além da tese, o elemento teria de fazer também uma tesão (tese grande). Ou seja, uma versão para nós, pobres teóricos ignorantes que não votamos no Apud Neto. Ou seja, o elemento (ou a elementa) passa a vida a estudar um assunto que nos interessa e nada. Pra quê? Pra virar mestre, doutor? E daí? Se ele estudou tanto aquilo, acho impossível que ele não queira que a gente saiba a que conclusões chegou. Mas jamais saberemos onde fica o bicho da goiaba quando não é tempo de goiaba. No bolso do Apud Neto?

Tem gente que vai para os Estados Unidos, para a Europa, para terminar a tese. Vão lá nas fontes. Descobrem maravilhas. E a gente não fica sabendo de nada. Só aqueles sisudos da banca. E o cara dá logo um dez com louvor. Louvor para quem? Que exaltação, que encômio é isso?

E tem mais: as bolsas para os que defendem as teses são uma pobreza. Tem viagens, compra de livros caros, horas na Internet da vida, separações, pensão para os filhos que a mulher levou embora. É, defender uma tese é mesmo um voto de pobreza, já diria São Francisco de Assis. Em tese. Tenho um casal de amigos que há uns dez anos prepara suas teses. Cada um, uma. Dia desses a filha, de 10 anos, no café da manhã, ameaçou:

- Não vou mais estudar! Não vou mais na escola.

Os dois pararam - momentaneamente - de pensar nas teses.

- O quê? Pirou?

- Quero estudar mais, não. Olha vocês dois. Não fazem mais nada na vida. É só a tese, a tese, a tese. Não pode comprar bicicleta por causa da tese. A gente não pode ir para a praia por causa da tese. Tudo é pra quando acabar a tese. Até trocar o pano do sofá. Se eu estudar vou acabar numa tese. Quero estudar mais, não. Não me deixam nem mexer mais no computador. Vocês acham mesmo que eu vou deletar a tese de vocês? Pensando bem, até que não é uma má idéia!

Quando é que alguém vai ter a prática idéia de escrever uma tese sobre a tese? Ou uma outra sobre a vida nos rodapés da história?

Acho que seria um tesão.

(Crônica publicada no jornal O Estado de São Paulo, 7 de outubro de 1998)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Chaud Netto, meus sinceros agradecimentos pela orientação, pelos conselhos e conhecimentos transmitidos, auxílio e assistência nos momentos de incertezas e os merecidos puxões de orelha. Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Nivar Gobbi: obrigado por tudo, por mostrar a beleza oculta da Ciência, em especial no microcosmo dos parasitóides. Aos meus dois grandes mestres, exemplos de retidão de caráter, obrigado!

Aos meus pais, minha irmã, cunhado, sobrinha e demais familiares: o apoio e a confiança depositados em mim foram essenciais para que eu pudesse dar mais um passo adiante. Agradeço a compreensão pela minha ausência por longos períodos, os conselhos e palavras de força.

Aos doutorandos Valeska Marques Arruda e Henrique Giacomini, sou grato pelo auxílio na realização das análises estatísticas.

À Marília G. M. F. Silva, Gisele L. Varotti, Manoela M. S. Freitas (Manu), Lígia S. Muranaka (Borbolígia) e Saulo A. Oliveira (DinoSaulo), estagiários do Laboratório de Controle Biológico: minha eterna gratidão pelo auxílio na manutenção das criações dos insetos utilizados nos experimentos e também pela agradável convivência durante todos estes anos!

Aos amigos da UNESP e de Rio Claro: sem vocês, seguramente, minha vida não seria a mesma: Valeska M. Arruda, Gisele L. Varotti, Marília G. M. F. Silva, Mariana M. Morelli, Colin Sanders, Alexandre Marques, Bruno Berger, Alexsandro Vieira, Simone P. Brito, Maristela Ruberti, Mario A. Izidoro e colegas da saudosa turma de graduação em Ciências Biológicas (Bio97RC). Saibam, pois, que cada um que passou, deixou e ensinou algo de positivo!

Aos companheiros do biotério: Fabiana E. Casarin, Célia R. R. C. Dietrich, Juliana T. Lima, Ives Haifig, Andriago M. Pereira, João R. Nascimento e Bruno Berger: valeu pela companhia e os bons momentos (inclusive aos finais de semana!).

Ao Antonio Sérgio Pascon, técnico apícola do Instituto de Biociências, por gentilmente ceder os favos e o mel utilizados nos experimentos, além do valioso auxílio nas coletas dos parasitóides.

À Lucila de L. S. Franco, Cristiane M. Miléo, Mônica Lamonte e Gerson M. Souza, funcionários do Departamento de Biologia e Marilene G. Bertanha, Sueli A. Marangon, Nozor P.O. Pinto e Carlos Sanches, do Departamento de Ecologia: meus sinceros agradecimentos pelo auxílio técnico, pelos favores, gentilezas e pela “xerocada” de artigos, periódicos e relatórios.

Aos amigos gaudérios, os guris e as gurias do PoaBikers: João Leite, Marcelinho “Tatu”, Henrique O. Santos “Pocotó”; Giovane Mello, Romi Müss, José Inácio Soares, Maria Isabel “Toddynha”, Andrius Silveira, Felipe “Schummy” Traesel, Wagner Bernardi, Ruvan Almeida, Marciano e Bia, Marcello Xavier, Flavio Oliveira Filho e Lisa Meneghinni: parceiros das mais loucas e folclóricas indiadas pedalísticas e mateadas no Gasômetro, ao cair da tarde.

Ao Conselho de Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas- Zoologia, às secretárias da Seção de Pós-Graduação – I.B. (Rosemary D. O. S. Cardoso, Marcela S. Polato, Michele Bortolotti, Paula Colacique e Rute M. R. Camargo).

Ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado.

E a todos aqueles, que direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho. Valeu!

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Número de parasitóides machos e fêmeas de <i>A. galleriae</i> das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (F4 Gall e Lab Gall) e <i>A. grisella</i> (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	61
FIGURA 2. Número de parasitóides machos e fêmeas de <i>A. galleriae</i> das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (F4 Gall e Lab Gall) e <i>A. grisella</i> (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	63
FIGURA 3. Número de parasitóides machos e fêmeas de <i>A. galleriae</i> das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (F4 Gall e Lab Gall) e <i>A. grisella</i> (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	64
FIGURA 4. Número de parasitóides machos e fêmeas de <i>A. galleriae</i> das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (F4 Gall e Lab Gall) e <i>A. grisella</i> (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 20 lagartas/fêmea do parasitóide.....	66
FIGURA 5. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	68
FIGURA 6. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	68
FIGURA 7. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	69
FIGURA 8. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	70

FIGURA 9. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	71
FIGURA 10. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	72
FIGURA 11. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	73
FIGURA 12. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	74
FIGURA 13. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	75
FIGURA 14. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	76
FIGURA 15. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	76
FIGURA 16. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	77
FIGURA 17. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da	

população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....78

FIGURA 18. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....79

FIGURA 19. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....80

FIGURA 20. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....81

FIGURA 21. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....84

FIGURA 22. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....84

FIGURA 23. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....84

FIGURA 24. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....84

FIGURA 25. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....85

FIGURA 26. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	85
FIGURA 27. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	85
FIGURA 28. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	85
FIGURA 29. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	86
FIGURA 30. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	86
FIGURA 31. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	86
FIGURA 32. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	86
FIGURA 33. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	87
FIGURA 34. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de <i>A. galleriae</i> da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das	

lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....87

FIGURA 35. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....87

FIGURA 36. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....87

FIGURA 37. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....109

FIGURA 38. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....111

FIGURA 39. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....113

FIGURA 40. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....114

FIGURA 41. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo, obtidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e <i>A. grisella</i> (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de <i>G. mellonella</i> (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e <i>A. grisella</i> (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	117
FIGURA 42. Análise de covariância multifatorial (ANCOVA) dos dados de longevidade máxima de machos e fêmeas de <i>A. galleriae</i> das populações de campo e de laboratório, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	125
FIGURA 43. Análise de covariância multifatorial (ANCOVA) dos dados de longevidade máxima de machos e fêmeas de <i>A. galleriae</i> emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> e <i>A. grisella</i> , para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	126
FIGURA 44. Peso médio das pupas (em mg) de <i>A. galleriae</i> da população de campo obtidas de lagartas de <i>A. grisella</i> (F4 Ach) e <i>G. mellonella</i> (F4 Gall), e da população de laboratório, criadas em lagartas de <i>A. grisella</i> (Lab Ach) e <i>G. mellonella</i> (Lab Gall), para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea matriz.....	148
FIGURA 45. Análise de covariância multifatorial (ANCOVA) dos pesos dos casulos de <i>A. galleriae</i> das populações de campo e de laboratório, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	149
FIGURA 46. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	153
FIGURA 47. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	153
FIGURA 48. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	153

FIGURA 49. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	153
FIGURA 50. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	154
FIGURA 51. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	154
FIGURA 52. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	154
FIGURA 53. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	154
FIGURA 54. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	155
FIGURA 55. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	155
FIGURA 56. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	155
FIGURA 57. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de	

descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	155
FIGURA 58. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	156
FIGURA 59. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	156
FIGURA 60. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	156
FIGURA 61. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	156
FIGURA 62. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	157
FIGURA 63. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	157
FIGURA 64. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	157
FIGURA 65. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	157

FIGURA 66. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	158
FIGURA 67. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	158
FIGURA 68. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	158
FIGURA 69. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de <i>G. mellonella</i> parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	158
FIGURA 70. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	159
FIGURA 71. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	159
FIGURA 72. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	159
FIGURA 73. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de <i>A. grisella</i> parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	159
FIGURA 74. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de <i>A. galleriae</i> da população de laboratório e o número de	

descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....160

FIGURA 75. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....160

FIGURA 76. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....160

FIGURA 77. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....160

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Número de lagartas de <i>G. mellonella</i> e <i>A. grisella</i> oferecidas às fêmeas de <i>Apanteles galleriae</i> de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	57
TABELA 2. Número de lagartas de <i>G. mellonella</i> e <i>A. grisella</i> oferecidas às fêmeas de <i>Apanteles galleriae</i> de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	58
TABELA 3. Número de lagartas de <i>G. mellonella</i> e <i>A. grisella</i> oferecidas às fêmeas de <i>Apanteles galleriae</i> de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	58
TABELA 4. Número de lagartas de <i>G. mellonella</i> e <i>A. grisella</i> oferecidas às fêmeas de <i>Apanteles galleriae</i> de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 20 lagartas/fêmea do parasitóide.....	59
TABELA 5. Número de lagartas de <i>G. mellonella</i> e <i>A. grisella</i> oferecidas às fêmeas de <i>Apanteles galleriae</i> de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, número de lagartas efetivamente parasitadas e eficiência de parasitismo, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	60
TABELA 6. Número de descendentes produzidos por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e <i>A. grisella</i> (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e <i>A. grisella</i> (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....	61
TABELA 7. Número de descendentes produzidos por fêmeas de <i>A. galleriae</i> da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e <i>A. grisella</i> (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de <i>G. mellonella</i> (Lab Gall	

Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....62

TABELA 8. Número de descendentes produzidos por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....64

TABELA 9. Número de descendentes produzidos por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....65

TABELA 10. Razões sexuais das proles de fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....82

TABELA 11. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e lagartas de *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....109

TABELA 12. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....111

TABELA 13. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo,

obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....113

TABELA 14. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....115

TABELA 15. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias), de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e lagartas de *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e de machos e fêmeas da população de laboratório criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....118

TABELA 16. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea matriz.....120

TABELA 17. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea matriz.....121

TABELA 18. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea matriz.....122

TABELA 19. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea matriz.....123

TABELA 20. Resultados da análise de covariância multifatorial (ANCOVA) aplicada aos valores de longevidade máxima dos parasitóides para testar a significância das

interações entre as variáveis: população considerada, espécie hospedeira, sexo do parasitóide obtido e densidade de lagartas hospedeiras utilizada.....124

TABELA 21. Resultados da análise de covariâncias multifatorial (ANCOVA) aplicada aos valores referentes ao peso dos casulos dos parasitóides para testar a significância das interações entre as variáveis: população considerada, espécie hospedeira e a densidade de lagartas hospedeiras utilizada.....149

TABELA 22. Período médio de desenvolvimento e desvio padrão (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo (F4) e de laboratório (Lab), emergidos de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide.....150

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	24
1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE PARASITISMO DE <i>Apanteles galleriae</i> WILKINSON (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) DE POPULAÇÃO NATURAL E DA POPULAÇÃO MANTIDA EM LABORATÓRIO.....	47
2.1 Resumo.....	47
2.2 Abstract.....	48
2.3 Introdução.....	50
2.4 Material e métodos.....	53
2.5 Resultados.....	57
2.6 Discussão.....	88
2.7 Conclusões.....	92
2.8 Referências bibliográficas.....	93
3. AVALIAÇÃO DA LONGEVIDADE E CURVA DE SOBREVIVÊNCIA DO ENDOPARASITÓIDE <i>Apanteles galleriae</i> WILKINSON (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) DE POPULAÇÃO NATURAL E DA POPULAÇÃO MANTIDA EM LABORATÓRIO.....	98
3.1 Resumo.....	98
3.2 Abstract.....	100
3.3 Introdução.....	102
3.4 Material e métodos.....	105
3.5 Resultados.....	108
3.6 Discussão.....	127

3.7 Conclusões.....	130
2.8 Referências bibliográficas.....	132
4. ANÁLISE DO PERÍODO DE DESENVOLVIMENTO E PESO DOS CASULOS DE <i>Apanteles galleriae</i> WILKINSON (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) DE POPULAÇÃO NATURAL E DA POPULAÇÃO MANTIDA EM LABORATÓRIO.....	137
4.1 Resumo.....	137
4.2 Abstract.....	138
4.3 Introdução.....	141
4.4 Material e métodos.....	143
4.5 Resultados.....	147
4.6 Discussão.....	161
4.7 Conclusões.....	164
4.8 Referências bibliográficas.....	165
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	168

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista antropocêntrico alguns insetos e outros organismos, como os ácaros e ervas daninhas, são considerados pragas por afetarem de alguma forma os valores ecológicos, sociais e econômicos, associados às atividades humanas (COULSON & WITTER, 1984). No âmbito da entomologia, o conceito de inseto-praga refere-se àquele que causa algum dano econômico em áreas agrícolas, florestais, agropecuárias e urbanas, podendo ou não atuar como vetor de doenças de plantas e animais (BERTI-FILHO, 1990; NAUMANN, 1994).

Na natureza, cerca de 80% das espécies animais estão representadas pelos insetos e, destes, menos de 1% corresponde a insetos-praga (KIM & Mc PHERON, 1993; DALY *et al.*, 1998; PARRA *et al.*, 2002).

Crocomo (1990) afirma que o conceito de “praga” é muito dinâmico e dependente de uma série de fatores que se modificam conforme a situação. Um inseto pode ser considerado “praga” ou não em função de fatores ecológicos, como o nível populacional e época de ocorrência, valor econômico, objetivo da cultura e custo do seu controle, fatores sociais, como o desenvolvimento da região e momento histórico, fatores culturais, como o nível técnico do agricultor e, principalmente, a interação desses fatores.

Dentre as principais pragas da apicultura, destacam-se as traças-da-cera *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) e *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae). Pyralidae é a terceira maior família de Lepidoptera, englobando mais de cinco mil espécies, sendo que na maioria delas os indivíduos são pequenos e delicados, com distribuição cosmopolita, caracterizados pela presença de órgão timpânico no primeiro segmento abdominal (GILLOTT, 1995). Além destas duas espécies, traças de produtos armazenados podem se alimentar de mel e néctar, tais como *Plodia interpunctella*, *Anagasta kuehniella*, *Vitula edmandsae serratilineella* e *Acherontia* spp. (WHITFIELD & CAMERON, 1993; WILLIAMS, 1997).

G. mellonella costuma infestar colônias de *Apis cerana*, *A. dorsata*, *A. florea* e *A. mellifera* (SMITH, 1953; SINGH, 1962; MORSE & LAIGO, 1968; SHIMANUKI, 1981; SIHAG, 1982; EISCHEN *et al.*, 1986). Também foram relatados casos de ataques a ninhos de meliponídeos e mamangavas (OERTEL, 1963; NOGUEIRA-NETO, 1970). Cepeda-Aponte *et al.* (2002) foram os primeiros a relatar a infestação de ninhos de *Melipona bicolor bicolor* e *M. quadrifasciata anthidioides* por *A. grisella*. Nogueira-Neto (1970) já havia relatado sua ocorrência em colônias de abelhas sem ferrão sem, contudo, ter apresentado uma descrição específica do organismo invasor, denominando-o apenas de mariposa ou microlepidóptero.

Acredita-se que *G. mellonella* tenha se originado na região sudoeste da Ásia e que sua distribuição cosmopolita estaria associada à circulação de colônias de *Apis mellifera* (EISCHEN *et al.*, 1986; SHIMANUKI *et al.*, 1993). É freqüentemente encontrada nas regiões de clima tropical e subtropical, sendo sua distribuição limitada por temperaturas próximas à do congelamento e altitudes elevadas, ou seja, acima de 2000 metros em relação ao nível do mar (WILLIAMS, 1997).

Muitas pessoas fora do âmbito da apicultura consideram a “traça grande dos favos” (*Galleria mellonella*) como sendo um inseto útil. As lagartas são freqüentemente utilizadas como iscas para pescaria em várias regiões da Europa e dos Estados Unidos, além de servir como alimento-vivo para várias espécies de animais insetívoros (MARSTON & CAMPBELL, 1973; WILLIAMS, 1997). Além disso, as lagartas dessa espécie são amplamente utilizadas em estudos de fisiologia e patologia de insetos, e também como hospedeiro alternativo nas criações massais de predadores e parasitóides destinados aos programas de controle biológico de pragas (DUTKY *et al.*, 1962; JAROSZ, 1989; ROOT, 1990; SCHAUPP & KULMAN, 1992; GROSS *et al.*, 1996; THOMPSON, 1999).

CARACTERIZAÇÃO DE *Galleria mellonella* E *Achroia grisella* COMO PRAGAS DE APIÁRIOS

O ataque mais intenso das lagartas de *A. grisella* e *G. mellonella* ocorre quando os favos são armazenados em locais escuros, quentes, pouco ventilados e/ou em colméias com população reduzida. As fêmeas de *G. mellonella* e *A. grisella* geralmente invadem as colméias durante o período noturno, para realizar a postura dos ovos nas células dos favos, já que o contingente de abelhas guardiãs é

sensivelmente menor. Após a eclosão, as lagartas se alimentam inicialmente de mel e, posteriormente, da cera dos favos (NIELSEN & BRISTER, 1977; HOGUE, 1993). Jang & Greenfield (1999) afirmam que além de favos, as lagartas de *A. grisella* freqüentemente se alimentam de detritos orgânicos e material residual das colméias.

Segundo Guerra (1973) e Shimanuki *et al.* (1993), as lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* constroem túneis revestidos com fios de seda e fezes e, quando atingem o estágio de pré-pupa, escavam depressões nas paredes de madeira das colméias e dos caixilhos dos favos, tecem casulos e empupam uma ao lado da outra.

Colônias populosas de *A. mellifera* dificilmente serão atacadas, a não ser quando enfraquecidas por doenças ou pela ação de agrotóxicos. (ROOT, 1990). Williams (1997) afirma que a ausência de rainha, a presença de doenças e parasitas (em especial o ácaro *Varroa destructor*) induzem o enfraquecimento da colônia, tornando-a mais suscetível ao ataque das traças. Segundo Eischen *et al.* (1986), a seleção genética de raças de abelhas com mecanismos de defesa aperfeiçoados ao combate das traças seria uma alternativa viável. Contudo, um programa de melhoramento de raças de abelhas poderia reduzir a ação das traças das colméias em atividade, mas não teria, evidentemente, nenhum efeito sobre os favos armazenados, principal alvo desses organismos.

Os ovos de *G. mellonella* apresentam coloração que varia de branco brilhante ao rosa pálido, medindo 1,2 mm x 0,83 mm, sendo dispostos lado a lado, em uma superfície de oviposição (ooplacas). Com o desenvolvimento do embrião, próximo ao final do período de incubação, ocorre o escurecimento do ovo. Ao eclodir, a larva é do tipo campodeiforme, medindo de 0,33 a 0,40 mm de comprimento e apresentando região cefálica de coloração amarela avermelhada e corpo amarelo pálido. A partir do terceiro instar assume a forma de lagarta (larva eruciforme), medindo aproximadamente 4 mm de comprimento por 0,5 mm de diâmetro. Ao atingir o desenvolvimento máximo, a lagarta mede de 25 a 30 mm de comprimento e de 4 a 4,5 mm de largura, tendendo a afinar nas extremidades e apresentando coloração cinzenta (GUERRA, 1973).

Já em *A. grisella* os ovos são agrupados em ooplacas, apresentam superfície irregular, com leves depressões, e possuem aproximadamente 0,9 mm de diâmetro. Com o desenvolvimento do embrião, os ovos se tornam cinzentos. A lagarta, ao eclodir, é eruciforme, com comprimento variando de 0,8 a 1,0 mm, apresentando

coloração branca translúcida e região cefálica amarela avermelhada. Ao completarem o ciclo, as lagartas medem cerca de 18 mm de comprimento e largura aproximadamente igual em toda a extensão do corpo (GUERRA, 1973).

Quanto ao número de ínstaes das lagartas de *G. mellonella*, Smith (1959) observou 8, enquanto Schnal (1966) afirmou serem 7. Allégret (1963) sugere uma variação entre 7 e 8 ínstaes. Platelvin (1975) corroborou estes dados e acrescentou que a ocorrência do oitavo instar seria determinada pela variação da temperatura. Baseando-se nas medidas da largura máxima da cápsula cefálica, comprimento total e caracteres morfológicos de lagartas criadas em laboratório e alimentadas com dieta artificial, Guerra (1973) determinou a ocorrência de 8 ínstaes em *G. mellonella* e 10 em *A. grisella*.

Em *G. mellonella*, o período correspondente à fase larval varia de 21 a 154 dias (MISHRA, 1971). Contudo, Guerra (1973) afirmou que tanto nas criações de campo quanto nas de laboratório, a variação é de 21 a 43 dias. Segundo Williams (1997), o ciclo de vida pode variar de quatro semanas até seis meses, dependendo do tipo de alimento disponível e da ocorrência de baixas temperaturas. Shimanuki *et al.* (1993) apontam também a influência da qualidade do alimento ingerido pelas lagartas.

Em *A. grisella*, o período de desenvolvimento pode durar de 41 a 64 dias, dependendo das condições climáticas (SINGH, 1962; CRANE, 1990; CEPEDA-APONTE *et al.*, 2002). Quando adultos, os machos podem alcançar até 10 mm de comprimento, enquanto que as fêmeas medem aproximadamente 13 mm. Segundo Singh (1962), o tamanho do indivíduo adulto depende da quantidade e qualidade do alimento ingerido durante o período larval. Nomura *et al.* (2006) verificaram que o tipo de dieta oferecida às lagartas (dieta artificial e dieta natural constituída de favos + pólen) não interferiu na duração média das fases larval e pupal de ambas as traças-da-cera. Para as lagartas de *A. grisella* submetidas à dieta artificial e à natural, a duração média da fase larval foi de 48,9 e 49,4 dias, enquanto que a fase de pupa durou 6,8 e 6,95 dias, respectivamente. Para *G. mellonella*, os valores médios da fase larval foram 48,8 e 48,9 dias e os da fase pupal 6,91 e 6,38 dias, respectivamente, quando as lagartas foram alimentadas com as mesmas dietas.

Os indivíduos adultos de *A. grisella* e *G. mellonella* não se alimentam porque suas peças bucais são atrofiadas (FLINT & MERKLE, 1983; GAREDEW *et al.*, 2004). Tanto as larvas quanto os indivíduos adultos podem atuar como vetores de

agentes de várias patologias apícolas, como a cria pútrida americana, pois em colônias com essa doença, as fezes das traças podem conter um grande número de esporos de *Paenibacillus* (CHARRIÈRE & IMDORF, 1997).

Nielsen & Brister (1977) estudaram o comportamento de recém-emergidos de *A. grisella* e *G. mellonella* e concluíram que eles abandonam imediatamente as colméias, voando até as árvores próximas. Greenfield & Coffelt (1983) e Dickens *et al.* (1986) afirmam que a cópula ocorre nas proximidades da colméia, sendo a fêmea atraída por um feromônio produzido pelo macho. O acasalamento em *A. grisella* ocorre graças à ação dos feromônios sexuais undecanal e cis-11-octadecanal, enquanto em *G. mellonella* os feromônios atuantes são undecanal e nonanal (FLINT & MERKLE, 1983). Lebedeva *et al.* (2002) analisaram a composição dos feromônios produzidos por machos de *G. mellonella* provenientes de populações de seis regiões da Rússia e encontraram diferentes concentrações de nonanal e undecanal. Além dos feromônios, o acasalamento nas duas espécies de lepidópteros também é mediado por sinais ultrassônicos, provocados pelo batimento das asas dos machos, que permanecem estacionários, atraindo fêmeas receptivas dentro de um raio de vôo de vários metros (SPANGLER *et al.*, 1984; JANG & GREENFIELD, 1999).

MÉTODOS DE CONTROLE DAS TRAÇAS-DA-CERA

O método ideal para o controle das traças-da-cera precisa ser de baixo custo, de fácil aplicação e seguro para as abelhas das colônias tratadas, não devendo apresentar resíduos químicos ou alterar a qualidade do mel, cera, pólen e dos favos tratados (WILLIAMS, 1997). Os métodos de controle atualmente empregados contra *G. mellonella* e *A. grisella* podem ser do tipo químico, físico e biológico (BURGES, 1978; TREMBLAY & BURGETT, 1979; FLINT & MERKLE 1983; SHIMANUKI *et al.*, 1993). Nessa revisão, apenas serão abordados os métodos de controle por meio de agentes biológicos.

CONTROLE POR MEIO DE AGENTES BIOLÓGICOS

Dentre os agentes biológicos para o controle das traças-da-cera, têm sido apontados *Bacillus thuringiensis* e *Apanteles galleriae* (BURGES, 1978).

B. thuringiensis é uma bactéria entomopatogênica para os estágios imaturos de Lepidoptera, Diptera e Coleoptera, produzindo cristais de toxinas no interior das células, durante a esporulação (CHESTUKHINA *et al.*, 1988). Quando as lagartas de ambas as traças ingerem os cristais junto com a cera, a toxina liberada pelos esporos ataca as microvilosidades das paredes intestinais, causando a morte da lagarta por inanição (CHARRIÈRE & IMDORF, 1997).

Segundo Chestukhina *et al.* (1988), a linhagem eficaz no combate à *G. mellonella* é *B. thuringiensis* ssp. *galleriae*, enquanto Pedigo (1999) aponta *B. thuringiensis aizawi* como a variedade mais eficiente no combate às duas espécies de traças-da-cera.

Contudo, dentre os fatores restritivos para o emprego deste microorganismo, o principal é o alto custo, já que grande parte dos esporos pulverizados são removidos pelas abelhas operárias, durante o ato de limpeza da colméia (BURGES, 1978). Além disso, como os indivíduos adultos das traças não se alimentam, essa técnica não os extermina (CHARRIÈRE & IMDORF, 1997).

Estudos realizados com *B. thuringiensis* e *Apanteles fumiferanae* (Hymenoptera: Braconidae), como possíveis agentes controladores de *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae), sugeriram que as lagartas parasitadas eram menos suscetíveis à citada bactéria entomopatogênica, já que se alimentavam menos que as lagartas não parasitadas e, assim, ingeriam uma menor quantidade de esporos (NEALIS & van FRANKENHUYZEN, 1990). Além disso, os referidos autores observaram que esse microorganismo reduziu de 50% a 60% o tamanho da população do parasitóide, como consequência da morte das lagartas hospedeiras antes da emergência deste. Apesar disso, o uso de *B. thuringiensis* é indicado quando a população da praga atinge o quarto instar, ou de forma complementar, após a liberação massal do endoparasitóide.

Assim, destacam-se os parasitos protélicos, também denominados de parasitóides, que são insetos com hábitos parasitários em seus estágios imaturos e que destroem os seus hospedeiros invertebrados (BERTI-FILHO, 1990). Sete ordens de insetos apresentam hábitos parasitários (Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Trichoptera, Neuroptera, Strepsiptera e Diptera), sendo que os Hymenoptera constituem mais de 80% das espécies de parasitóides atualmente conhecidas (QUICKE, 1997). Na ordem Hymenoptera, as famílias mais freqüentemente utilizadas como controladores naturais são representantes de Braconidae e

Ichneumonidae, inseridos na superfamília Ichneumonoidea, ou de Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae e Aphelinidae, da superfamília Chalcidoidea (GODFRAY, 1994; PARRA *et al.*, 2002).

CARACTERIZAÇÃO DE *Apanteles galleriae*

O gênero *Apanteles* é amplamente empregado com sucesso no controle de várias espécies de “insetos-praga” (NEALIS & FRASER, 1988; ŞENGONCA & PETERS, 1993; PLARRE *et al.*, 1999; GEORGIEV, 2001; EVELEIGH *et al.*, 2003). As primeiras sugestões do uso de *A. galleriae* como agente controlador das traças-da-cera foram feitas por Wilkinson (1932) e Cristobal (1937) e, posteriormente, por Ibrahim (1980) e Bambara & Ambrose (1981). No Brasil, a primeira ocorrência de *A. galleriae* foi registrada por De Santis (1964). Whitfield *et al.* (2001) relatam a ocorrência de parasitóides do gênero *Apanteles* parasitando lagartas da família Tineidae, que infestam ninhos de *Bombus* (*Fervidobombus*).

Uçkan & Gülel (2000) afirmam que *A. galleriae* apresenta três instares larvais e que os parasitóides adultos não apresentam período de pré-oviposição, podendo copular logo após a emergência. A duração média de cada cópula é de 23 segundos. Além disso, a longevidade de machos e fêmeas do parasitóide depende do sexo e do fato de o parasitóide ter ou não realizado a cópula. Em um estudo posterior, Uçkan & Gülel (2002) apontam a influência de baixas temperaturas na longevidade dos adultos, na fecundidade e na razão sexual de *A. galleriae*.

Segundo Ribeiro (1994), o parasitóide deposita um ovo por lagarta de *G. mellonella* de 3º, 4º, 5º ou 6º instares, sendo o 4º e 5º instares os preferidos para a postura. Fadel (1993) estudou o relacionamento entre *A. galleriae* e *A. grisella* e sugeriu que os instares preferenciais à postura do parasitóide são o 5º e o 6º, que apresentaram o menor tempo de desenvolvimento do braconídeo.

Zacarin (1999) e Zacarin *et al.* (2004) constataram que *A. galleriae* prefere parasitar lagartas de *A. grisella* em 67% dos casos. Segundo Arai (1999), em condições experimentais, a preferência de *A. galleriae* por lagartas de *A. grisella* é mantida, mesmo quando a densidade larval de *G. mellonella* é maior que a do outro hospedeiro.

Ribeiro (2000) estudou a razão sexual dos descendentes de *A. galleriae* emergidos de lagartas de *G. mellonella* de 3º, 4º e 5º instares e observou que no

terceiro e quarto são produzidos mais machos do que fêmeas, enquanto que no quinto ínstar as razões sexuais obtidas para a prole estão próximas de 0,5.

Wani *et al.* (1997) relataram mudanças comportamentais e no desenvolvimento das lagartas de *G. mellonella* parasitadas por *A. galleriae*. Segundo os referidos autores, as mudanças comportamentais das lagartas parasitadas são induzidas pelo parasitóide, por meio de alterações no sistema endócrino do hospedeiro.

CARACTERIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE PARASITÓIDE E HOSPEDEIRO

O sucesso de um parasitóide depende da disponibilidade de um hospedeiro adequado para a postura, do desenvolvimento e da sobrevivência de sua progênie (HEBERT & CLOUTIER, 1990), da qualidade nutritiva do hospedeiro escolhido (HARVEY *et al.*, 2000; UÇKAN & GÜLEL, 2002), da razão sexual de sua prole, do fato de ele ter ou não realizado parasitismo anteriormente, bem como do tempo gasto na procura de hospedeiros, da abundância de hospedeiros, presença de hiperparasitóides no ambiente (UÇKAN & GÜLEL, 2002) e do número de ovos que ele deposita ao longo de sua vida. A fecundidade e a razão sexual são afetadas pelos fatores qualitativos e quantitativos da nutrição, ou por fatores ambientais durante o período de desenvolvimento larval (HAGLEY & BARBER, 1992).

Vários autores descreveram o comportamento da fêmea parasitóide ao procurar e selecionar os hospedeiros ideais ao parasitismo, assim como o repertório de atitudes que envolvem contatos entre parasitóide e hospedeiro, ataques e tentativas de postura e oviposição propriamente dita (NEALIS, 1986; FUESTER & TAYLOR, 1991; ORR *et al.*, 1992; REZNIK *et al.*, 1992). Fuester & Taylor (1991) definem a preferência por um determinado hospedeiro como o número de contatos preliminares que induzem o parasitóide a realizar a oviposição. Por outro lado, Reznik *et al.* (1992) afirmam que a preferência propriamente dita é relação entre o número de vezes que a fêmea do parasitóide entra em contato com o hospedeiro e a quantidade de posturas que ela realiza.

A maximização do sucesso de um parasitóide está associada à sua capacidade de localizar e discriminar um hospedeiro “adequado”, em tempo hábil para a postura, bem como à sobrevivência e desenvolvimento de sua prole (HOPPER & KING, 1984; HEBERT & CLOUTIER, 1990). Alguns parasitóides podem

se desenvolver em diferentes estágios de um mesmo hospedeiro; contudo, isto poderia implicar um dispêndio maior de tempo e energia. De acordo com Vinson & Iwantsch (1980) a seleção feita pela fêmea do parasitóide leva em consideração alguns aspectos, como a idade ou estágio do hospedeiro, de modo que o escolhido será aquele que propiciar um equilíbrio entre qualidade e quantidade de suprimento alimentar para sua progênie.

Charnov & Skinner (1985) definiram o comportamento de oviposição do parasitóide em quatro tipos de ações:

- I) localização do hábitat de ação do parasitóide e o modo como irá procurar o hospedeiro;
- II) determinação do(s) hospedeiro(s) a ser(em) atacado(s);
- III) definição do tamanho da população a ser produzida;
- IV) decisão de qual será o sexo do descendente e em que proporção ele será produzido.

King (1988) realizou um estudo biométrico de adultos da vespa *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae) e demonstrou que o tamanho dos parasitóides é influenciado pela quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval. Assim, as decisões tomadas pelos parasitóides no momento da oviposição, quanto à escolha do hospedeiro, o número de descendentes, o superparasitismo e a razão sexual da prole exercem um efeito acentuado sobre o tamanho dos adultos.

Godfray (1994) definiu como discriminação a capacidade do parasitóide em detectar os hospedeiros já parasitados. Entretanto, Gobbi *et al.* (1990) usaram o termo de maneira mais ampla, de modo a englobar tanto a capacidade de discriminar hospedeiros já parasitados, como aqueles considerados inadequados por motivos independentes do parasitismo. Segundo Strand (1986), um dos mecanismos de discriminação consiste na marcação química (interna e/ou externa) dos hospedeiros parasitados. Gobbi & Cunha (1983) e Gobbi *et al.* (1990) afirmam que várias espécies de parasitóides evitam ovipositar em hospedeiros anteriormente parasitados, reconhecendo marcações químicas deixadas por outras fêmeas.

Além das pistas químicas, alguns parasitóides podem fazer uso de outros mecanismos, como pistas visuais, táteis e outros atrativos e estimulantes produzidos pelo hospedeiro enquanto ele se alimenta ou defeca. Por meio do tato (inspeção com as antenas), a fêmea parasitóide pode avaliar o tamanho, a forma e a textura da

superfície das larvas para perceber o grau de desenvolvimento do hospedeiro (GODFRAY, 1994; QUICKE, 1997). Após o “toque antenal”, o parasitóide insere o ovipositor no corpo do hospedeiro. Este órgão geralmente é revestido de sensilas, que permitem uma avaliação das condições nutritivas do hospedeiro. Caso este apresente condições ideais, o parasitóide determina o número de ovos a serem depositados e o sexo da progênie que será produzida. Contudo, se o hospedeiro for inadequado, o parasitóide nem sempre realiza a oviposição (FISCHER, 1971; GOBBI *et al.*, 1990; GODFRAY, 1994).

Além desses fatores, o potencial reprodutivo (fecundidade) do parasitóide é citado como uma importante característica para o sucesso dos programas de controle biológico. Assim, a alta fecundidade é uma condição básica para que os parasitóides sejam capazes de se reproduzir mais rapidamente que a população de hospedeiros e possam responder às mudanças na abundância da população das pragas (LANE *et al.*, 1999).

Stouthamer *et al.* (1992) observaram que, quando uma população de parasitóides é importada para o controle biológico e passa a ser criada sob condições experimentais, por várias gerações consecutivas, alguns dos alelos sexuais provavelmente serão perdidos. Inicialmente, uma amostra de parasitóides coletada no campo contém somente uma parte dos alelos sexuais presentes na população original. Também pode ocorrer diminuição do número de alelos por efeito de deriva genética e de endocruzamentos durante a criação massal, particularmente se a própria técnica de cultura provocar uma redução no tamanho da população. A perda dos alelos sexuais resulta em dois efeitos: A) razão sexual tendendo para um maior número de machos; B) redução da taxa de crescimento da população do parasitóide. Segundo Unruh *et al.* (1983) os inimigos naturais usados para o controle biológico freqüentemente passam por um processo denominado de “gargalo genético” durante a criação e subsequente estabelecimento no campo. Tais “gargalos” reduzem a variabilidade genética, impedindo a população de se adaptar aos novos ambientes, reduzindo assim sua potencialidade como agente de controle biológico.

Fitz-Earle & Barclay (1989) demonstraram que a razão sexual considerada ótima para a criação massal de insetos depende da espécie considerada. Nos programas de liberação inundativa e/ou de produção de insetos para fins experimentais, podem ser necessárias razões sexuais diferentes nos cruzamentos

realizados na população, que otimizem a produção de machos e de fêmeas, ou da combinação de ambos. Além disso, as características do valor adaptativo dos parasitóides que são apropriadas para a situação de campo podem ser muito diferentes daquelas de laboratório. Parasitóides provenientes destes ambientes poderão ter potencialidades diferentes no que se refere à habilidade para localizar hospedeiros e presas, ou até mesmo para a cópula (LENTEREN, 2003). Assim sendo, é de suma importância avaliar o valor adaptativo (“fitness”) de parasitóides de diferentes populações e, particularmente, a aptidão dos descendentes que eles produzirem sob condições experimentais controladas (BECKAGE & RIDDIFORD, 1983; HARVEY *et al.*, 1994; THOMPSON, 1999; UÇKAN & ERGIN, 2002; BRODEUR & BOIVIN, 2004). A avaliação do valor adaptativo dos parasitóides tem sido estimada pelo peso das pupas, tamanho e longevidade dos adultos e número de descendentes fêmeas produzidos, sendo de fundamental importância para a elaboração de um controle eficaz da espécie considerada, já que um grande número de fêmeas com maior valor adaptativo aumenta significativamente a eficiência deste controle (SAIT *et al.*, 1997).

Godfray (1994) indica que um dos problemas que um pesquisador enfrenta quando pretende testar os modelos do complexo parasitóide-hospedeiro(s) em laboratório é a dificuldade de obter estimativas realistas em condições de campo. Futuyma (1993) considera que as populações de laboratório diferem das populações naturais em várias características importantes: elas são menores, geralmente não recebem fluxo gênico de outras populações e os seus membros não podem escapar do rigoroso regime de seleção por meio de dispersão para locais mais favoráveis.

Uma forte razão para o investimento em variações de métodos de controle de pragas de apiários seria o fato de as exportações brasileiras de mel estarem em franco processo de crescimento, sendo que em 2002 ocorreu um aumento considerável (400%) em relação ao ano anterior, sobretudo em decorrência da presença de antibióticos no mel de alguns países exportadores, prática proibida na União Européia e E.U.A. (CARDOSO, 2003). Assim, graças ao estudo do valor adaptativo dos parasitóides provenientes de diferentes populações, é possível realizar a seleção dos organismos que apresentem as melhores características para o controle biológico das traças-da-cera.

O emprego de novas técnicas e medidas consideradas “ecológicas”, tais como a utilização de agentes que mantenham as populações de pragas apícolas sob controle, tende a aumentar o valor agregado do mel brasileiro e seus derivados, incrementando significativamente a participação da apicultura nacional no cenário mundial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLÉGRET, P. Prolongation of the larval stage in *Galleria mellonella* L. by diet, and experimental establishment of conditions for its maintenance. **CR. Herbal Seances Acad. Sci.**, Cedex, v. 257, p. 1873-1876, 1963.

ARAI, L. N. **Efeito da origem das fêmeas de *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae) e da variação da densidade dos hospedeiros *Galleria mellonella* e *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) na atividade de postura do endoparasitóide**, 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)- Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

BAMBARA, S. B.; AMBROSE, J. T. The parasites of the greater wax moth, *Galleria mellonella* observed in North Carolina. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 121, n. 2, p. 104-105, 1981.

BECKAGE, N. E.; RIDDIFORD, L. M. Growth and development of the endoparasitic wasp *Apanteles congregatus*: dependence on host nutritional status and parasite load. **Physiol. Entomol.**, Oxford, v. 8, p. 231-241, 1983.

BERTI-FILHO, E. O controle biológico dos insetos-praga. In: CROCOMO, W. B. (Org.). **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: Ed. UNESP, 1990. p. 87-104.

BRODEUR, J.; BOIVIN, G. Functional ecology of immature parasitoids. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, v. 49, p. 27-49, 2004.

BURGES, H. D. Control of wax moths: physical, chemical and biological methods. **Bee World**, Bucks, v. 59, n. 4, p. 129-138, 1978.

- CARDOSO, C. Exportação de mel cresce 400%: Brasil se beneficiou com a queda do real e problema com produtores. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 9 de Fev. de 2003. Suplemento Dinheiro, Caderno B, p. 4.
- CEPEDA-APONTE, O. I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; VELTHUIS, H. H. W. Lesser wax moth *Achroia grisella*: first report for stingless bees and new capture method. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 41, n. 3-4, p. 107-108, 2002.
- CHARNOV, E. L.; SKINNER, S. W. Complementary approaches to the understanding of parasitoid oviposition decision. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 14, n. 4, p. 383-391, 1985.
- CHARRIÈRE, J. D.; IMDORF, A. **Protection of honey combs from moth damage**. Liebefeld: Swiss Bee Research Centre. Federal Dairy Research Station. Communication n° 24, 1997. 16 p.
- CHESTUKHINA, G. G.; KOSTINA, L. I.; ZALUNIN, I. A.; KHODOVA, O. M.; STEPANOV, V. M. *Bacillus thuringiensis* ssp. *galleriae* simultaneously produces two δ -endotoxins differing strongly in primary structure and entomocidal activity. **Fed. Europ. Biochem. Soc.**, Berlin, v. 232, n. 1, p. 249-251, 1988.
- COULSON, R. N.; WITTER, J. A. **Forest entomology: ecology and management**. New York: Wiley, 1984. 669 p.
- CRANE, E. **Bees and beekeeping: science, practice and world resources**. Oxford: Heinemann Newnes, 1990. 614 p.
- CRISTOBAL, V. L. Novedades entomológicas: *Apanteles galleriae*. **Labor. C. Est. Univ. Nac. La Plata**, Buenos Aires, v. 20, n. 10, 1937.
- CROCOMO, W. B. O que é manejo de pragas. In: CROCOMO, W. B. (org.). **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: Ed. UNESP, 1990. p.35- 56.
- DALY, H. V.; DOYEN, J. T.; PUCCELL, A. H. **Introduction to insect biology and diversity**. Oxford: Oxford University Press, 1998. 564 p.

- DE SANTIS, L. Sobre las especies brasilenas del genero *Elasmus*. **Rev. Agric.**, Piracicaba, v. 39, n. 2, p. 89-92, 1964.
- DICKENS, J. C.; EISCHEN, F. A.; DIETZ, A. Olfactory perception of the sex attractant pheromone of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) by the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). **J. Entomol. Sci.**, Griffin, v. 21, n.4, p. 349-354, 1986.
- DUTKY, S. R.; THOMPSON, J. V.; CANTWELL, G. E. A technique for mass rearing the greater wax moth (Lepidoptera: Galleriidae). **Proc. Entomol. Soc. Wash.**, Washington, v. 64, n. 1, p. 56-58, 1962.
- EISCHEN, F. A.; RINDERER, T. E.; DIETZ, A. Nocturnal defensive responses of Africanized and European honey bees to the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.). **Anim. Behav.**, Oxford, v. 34, p. 1070-1077, 1986.
- EVELEIGH, E. S.; POLLOCK, S. J.; GOULET, H.; HUBER J. Identification of cocoons of *Apanteles* and *Dolichogenidea* (Hymenoptera: Braconidae) species attacking *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae) and associated microlepidoptera. **Can. Entomol.**, Ottawa, v. 135, p. 677-684, 2003.
- FADEL, R. **Estudo do relacionamento entre *Achroia grisella* L. (Lep.: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hym.: Braconidae)**. 1993. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.
- FISCHER, R. C. Aspects of the physiology of endoparasitic hymenoptera. **Biol. Res.**, Santiago, v. 46, p. 243-278, 1971.
- FITZ-EARLE, M.; BARCLAY, H. J. Is there an optimal sex ratio for insect mass rearing ?. **Ecol. Model.**, Amsterdam, v. 45, p. 205-220, 1989.
- FLINT, H. M.; MERKLE, J. R. Mating behavior, sex pheromone responses, and radiation sterilization of the greater wax moth (Lepidoptera: Pyralidae). **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 76, p. 467-472, 1983.

- FUESTER, R. W.; TAYLOR, P. B. Host instar and developmental times of two Ichneumonid parasites of the gipsy moth. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 84, n. 4, p. 429-435, 1991.
- FUTUYMA, D. J. Seleção sobre caracteres poligênicos. In: **Biologia Evolutiva**, 2ª ed. Ribeirão Preto: SBG/CNPq. 1993, p. 196-231.
- GAREDEW, A.; SCHMOLZ, E.; LAMPRECHT, I. Effect of the bee glue (propolis) on the calorimetrically measured metabolic rate and metamorphosis of the greater wax moth *Galleria mellonella*. **Thermochim. Acta**, Berlin, v. 413, p. 63-72, 2004.
- GEORGIEV, G. Notes on the biology and ecology of the parasitoids of the poplar clearwing moth, *Parathrene tabaniformis* (Rott.) (Lep., Sesiidae) in Bulgaria. I. *Apanteles evonymellae* (Bouché, 1834) (Hym., Braconidae). **J. Appl. Entomol.**, Berlin, v. 125, p. 141-145, 2001.
- GILLOTT, C. **Entomology**. New York: Plenum Press, 1995. 798 p.
- GOBBI, N.; CUNHA, M. C. A. Observações preliminares referentes ao relacionamento entre a lagarta *Ascia monuste orseis* (Goldart, 1818) (Lepidoptera: Pieridae) e seu parasitóide *Apanteles ayerzai* (Brethes, 1920) (Hymenoptera: Braconidae). **Naturalia**, Rio Claro, v. 8, p. 193-196, 1983.
- GOBBI, N.; CUNHA, M. C. A.; ZUCCHI, R.; FOWLER, H. G. Oviposition by *Cotesia ayerzai* (Hymenoptera: Braconidae) on *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae) under laboratory conditions. **Entomophaga**, Cedex, v. 35, n. 2, p. 195-202, 1990.
- GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids**: behavioral and evolutionary ecology. Princeton: Princeton University Press, 1994, 473 p.
- GREENFIELD, M. D.; COFFELT, J. A. Reproductive behaviour of the lesser wax moth, *Achroia grisella* (Pyralidae: Galleriinae): signaling, pair formation, male interactions, and mate guarding. **Behaviour**, London, v. 84, p. 287-315, 1983.
- GROSS, H. R.; ROGERS, C. E.; CARPENTER, J. E. Development of *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) reared in *Galleria mellonella* larvae (Lepidoptera: Pyralidae) feeding on selected diets. **Biol. Control**, Orlando, v. 6, p. 158-163, 1996.

- GUERRA, M. S. **Bionomia das traças de cera *Galleria mellonella* L. e *Achroia grisella* F. no município de Piracicaba - São Paulo**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1973.
- HAGLEY, E. A. C.; BARBER, D. R. Effect of food sources on the longevity and fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed) (Hym.: Braconidae). **Can. Entomol.**, Ottawa, v. 124, p. 341-346, 1992.
- HARVEY, J. A.; HARVEY, I. F.; THOMPSON, D. J. Flexible larval growth allows use of a range of host sizes by a parasitoid wasp. **Ecology**, New York, v. 75, n. 5, p. 1420-1428, 1994.
- HARVEY, J. A.; KADASH, K.; STRAND, M. R. Differences in larval feeding behavior correlate with altered developmental strategies in two parasitic wasps: implications for the size-fitness hypothesis. **Oikos**, Copenhagen, v. 88, p. 621-629, 2000.
- HEBERT, C.; CLOUTIER, C. Host instar as a determinant of preference and suitability for two parasitoids attacking late instars of the spruce budworm (Lep.: Tortricidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v.83, n.4, p. 734-741, 1990.
- HOGUE, C. L. **Latin American insects and entomology**. Berkeley: University of California Press, 1993. 536 p.
- HOPPER, K. R.; KING, E. G. Preference of *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) for instars and species of *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 13, p. 1145-1150, 1984.
- IBRAHIM, S. H. A preliminary study on a new parasite of the wax moth *Galleria mellonella* L. **Agric. Res. Rev.**, Giza, v. 58, n. 1, p. 311-315, 1980.
- JANG, Y ; GREENFIELD, M. D. Quantitative genetics of ultrasonic advertisement signaling in the lesser wax moth *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Heredity**, Oxford, v. 83, n. 6, p. 644-651, 1999.

- JAROSZ, J. Simplified technique for preparing germ-free specimens of greater wax moth (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. **J. Econom. Entomol.**, Lanham, v. 82, n. 5, p. 1478-1481, 1989.
- KIM, K. C.; Mc PHERON, B. A. **Evolution of insect pests:** patterns of variation. New York: John Wiley and Sons, 1993. 479 p.
- KING, B. H. Sex-ratio manipulation in response to host size by the parasitoid wasp *Spalangia cameroni*: a laboratory study. **Evolution**, Lawrence, v. 42, p. 1190-1198, 1988.
- LANE, S. D.; MILLS, N. J.; GETZ, W. M. The effects of parasitoid fecundity and host taxon on the biological control of insect pests: the relationship between theory and data. **Ecol. Entomol.**, Oxford, v. 24, p. 181-190, 1999.
- LEBEDEVA, K. V.; VENDILLO, N. V.; PONOMAREV, V. L.; PLETNEV, V. A., MITROSHIN, D. B. Identification of pheromone of the greater wax moth *Galleria mellonella* from the different regions of Russia. **Institute of Plant Protection Chemicals (IOBC) wprs Bulletin**, Moscow, v. 25, 2002. p. 1-5.
- LETEREN, J. C. Need for quality control of mass-produced Biological Control Agents. In: LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents:** theory and testing procedures. Oxon UK: Cabi Publishing, 1-18, 2003.
- MARSTON, N. ; CAMPBELL, B. Comparison of nine diets for rearing *Galleria mellonella*. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 66, n. 1, 132-136, 1973.
- MISHRA, S. C. Observations on the biology of wax moth *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). **Indian For.**, Uttar Pradesh, v. 97, n. 10, 1971.
- MORSE, R.A. & LAIGO, F. M. Beekeeping in the Philippines. **University of the Philippines Farm Bulletin**, n° 27, 1968.
- NAUMANN, I. D. **Systematic and applied entomology:** an introduction. Melbourne: Melbourne University Press, 1994. 484 p.

- NEALIS, V. G. Responses to host kairomones and foraging behavior of the insect parasite *Cotesia rubecula* (Hym.: Braconidae). **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 64, p. 2393-2398, 1986.
- NEALIS, V. G. ; FRASER, S. Rate of development, reproduction, and mass-rearing of *Apanteles fumiferanae* Vier. (Hymenoptera: Braconidae) under controlled conditions. **Can. Entomol.**, Ottawa v. 120, p. 197-204, 1988.
- NEALIS, V.; van FRANKENHUYZEN, K. Interactions between *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Apanteles fumiferanae* Vier. (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae). **Can. Entomol.**, Ottawa, v. 122, p. 585-594, 1990.
- NIELSEN, R. A.; BRISTER, D. The greater wax moth: adult behavior. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 70, n. 1, p. 101-103, 1977.
- NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae)**. 2ª ed. São Paulo: Ed.Chácaras e Quintais, 1970. 365 p.
- NOMURA, E.; CHAUD-NETTO, J.; GOBBI, N. Efeito da dieta no ciclo biológico das lagartas das traças-da-cera *Galleria mellonella* (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Achroia grisella* (Fabricius, 1754) (Lepidoptera: Pyralidae). **Rev. Bras. Zoot.**, Juiz de Fora, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2006.
- OERTEL, E. Greater wax moth develops on bumble bee cells. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 56, p. 543-544, 1963.
- ORR, C. J.; OBRYCKI, J. J.; FLANDERS, R. V. Host-acceptance behavior of *Dinocampus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 85, n. 6, p. 722-730, 1992.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J.M. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Ed. Manole, 2002. 635 p.
- PEDIGO, L. P. **Entomology and pest management**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999, 697 p.

PLARRE, R., LIEBER, K., BURKHOLDER, W., PHILIPS, J. Host and host instar preference of *Apanteles carpatus* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) a possible parasitoid for biological control of clothes moths (Lepidoptera: Tineidae). **J. Stor. Prod. Res.**, Oxon, v. 35, p. 197-213, 1999.

PLATELVIN, G. Contribution a l' étude de la biologie de *Galleria mellonella* mues, connaissance et développement. **Ann. Zool. Ecol. Anim.**, Paris, v. 7, p. 365-397, 1975.

QUICKE, D. L. J. **Parasitic wasps**. London: Cambridge University Press, 1997. 470 p.

REZNIK, S. Y.; CHERNOGUZ, D. G.; ZINOVJEVA, K. B. Host searching, oviposition preferences and optimal synchronization in *Alysia manducator* (Hym.: Braconidae) a parasitoid of the blowfly, *Calliphora vicina*. **Oikos**, Copenhagen, v. 65, p. 81-88, 1992.

RIBEIRO, J. C. **Estudo do relacionamento entre *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae)**. 1994. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

_____. **Razão sexual de *Apanteles galleriae* Wilkinson (1932), (Hymenoptera: Braconidae) parasitando *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)**. 2000. 71 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

ROOT, A. I. **ABC and XYZ of bee culture**: an encyclopedia pertaining to the scientific and practical culture of honey bees. Medina: A. I. Root Co., 1990, 516 p.

SAIT, S. M.; BEGON, M.; THOMPSON, D. J.; HARVEY, J. A. Factors affecting host selection in an insect host-parasitoid interaction. **Ecol. Entomol.**, Oxford, v. 22, p. 225-230, 1997.

SCHAUPP, W. C. Jr. & KULMAN, H. M. Attack behavior and host utilization of *Coccygomimus disparis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in the laboratory. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 21, p. 401-408, 1992.

SCHNAL, F. Critical study of the bionomics of the wax moth *Galleria mellonella* L. reared under different conditions. **Z. Wiss. Zool.**, Leipzig, v. 174, n. 1/2, p. 53-82, 1966.

ŞENGONCA, Ç.; PETERS, G. Biology and effectiveness of *Apanteles rubecula* Marsh. (Hym., Braconidae), a solitary larval parasitoid of *Pieris rapae* (L.) (Lep., Pieridae). **J. Appl. Ent.**, Berlin, v. 115, p. 85-89, 1993.

SHIMANUKI, H. **Controlling the greater wax moth: a pest of honey combs.** Washington: U.S. Department of Agriculture Farmer's, Bulletin number 2217, 1981.

SHIMANUKI, H.; KNOX, D. A.; FURGALA, B.; CARON D. M.; WILLIAMS, J. L. Diseases and pests of honey bees. In: GRAHAM, J. M. (Ed.). **The hive and the honey bee: a new book on beekeeping which continues the tradition of "Langstroth on the hive and the honeybee"**. Hamilton: Dadant & Sons, 1993. p. 1083-1151.

SIHAG, R. C. Problem of the wax moth (*Galleria mellonella* L.) infestation on giant honey bee (*Apis mellifera* Fab.) colonies in Haryana. **Indian Bee J.**, Poona, v. 44, p. 107-109, 1982.

SINGH, S. **Beekeeping in India.** New Delhi: Indian Council of Agricultural Research, 1962. 214 p.

SMITH, F. G. Beekeeping in the tropics. **Bee World**, Bucks, v. 34, p. 233-245, 1953.

SMITH, T. L. Breeding methods for *Galleria mellonella* L. In: LUTZ, F. E. *et al.* (Eds.) **Culture methods for invertebrate animals.** New York: Dover Publication, 1959. 540 p.

SPANGLER, H. G.; GREENFIELD, M. D.; TAKESSIAN, A. Ultrasonic mate calling in the lesser wax moth. **Physiol. Entomol.**, Oxford, v. 9, p. 87-95, 1984.

STOUTHAMER, R.; LUCK, R. F.; WERREN, J. H. Genetics of sex determination and the improvement of biological control using parasitoids. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 21, p. 427-435, 1992.

STRAND, M. R. The physiological interactions of parasitoids with their host and the influence on reproductive strategies. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. (Ed.). **Insect parasitoids**. London: Academic Press, 1986. p. 97-129.

THOMPSON, S. N. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, v. 44, p. 561-592, 1999.

TREMBLAY, A.; BURGETT, M. Controlled release fumigation of the greater wax moth. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 72, p. 616-617, 1979.

UÇKAN, F.; ERGIN, E. Effect of host diet on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity and size of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae). **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 31, n. 1, p. 168-171, 2002.

UÇKAN, F.; GÜLEL, A. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.: Braconidae)'nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri. ("Effects of host species on some biological characteristics of *Apanteles galleriae* Wilkinson") (Hym.: Braconidae). **Turk. J. Zool.**, Ankara, v. 24, p. 105-113, 2000.

_____. Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Hym., Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym., Pteromalidae). **J. Appl. Entomol.**, Berlin, v. 126, p. 534-537, 2002.

UNRUH, T. R.; WHITE, W.; GONZALES, D.; GORDH, G.; LUCK, R. F. Heterozygosity and effective size in laboratory populations of *Aphidius ervi*. **Entomophaga**, Cedex, v. 4, p. 1060-1076, 1983.

VINSON, S. B.; IWANTSCH, G. F. Host suitability for insect parasitoids. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, v. 25, p. 397-419, 1980.

WANI, M.; IWABUCHI, K.; AGUI, N.; MITSUHASHI, J. Endocrine alteration and precocious premetamorphic behaviors in the greater wax moth larvae, *Galleria*

mellonella, parasitized by an endoparasitoid, *Apanteles galleriae*. **Arch. Insect Biochem. Physiol.**, New York, v. 34, p. 257-273, 1997.

WHITFIELD, J. B.; CAMERON, S. A. Comparative notes of hymenopteran parasitoids in bumble bee and honey bee colonies (Hymenoptera: Apidae) reared adjacently. **Entomol. News**, Philadelphia, v. 104, p. 240-248, 1993.

WHITFIELD, J. B.; CAMERON, S. A.; RAMÍREZ, S. R.; ROESCH, K.; MESSINGER, S.; TAYLOR, O. M.; COLE, D. Review of the *Apanteles* species (Hymenoptera: Braconidae) attacking Lepidoptera in *Bombus* (*Fervidobombus*) (Hymenoptera: Apidae) colonies in the new world, with description of a new species from South America. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 94, n. 6, p. 851-857, 2001.

WILKINSON, D. S. Four new *Apanteles* (Hym: Braconidae). **Stylops**, Paris, v.1, n. 6, p.139-144, 1932.

WILLIAMS, J. L. Insects: Lepidoptera (moths). In: MORSE, R. A. & FLOTTUM, K. (Ed.). **Honey bee pests, predators & diseases**. Third edition. Medina: A. I. Root Company, 1997. p. 119-141.

ZACARIN, G. G. **Avaliação dos processos interativos entre *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae)**, 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

ZACARIN, G. G.; GOBBI, N.; CHAUD-NETTO, J. Preferência de *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) por *Galleria mellonella* (L.) ou *Achroia grisella* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 65-70, 2004.

Avaliação da capacidade de parasitismo de *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) de população natural e da população mantida em laboratório

RESUMO: Lagartas das traças-da-cera *Galleria mellonella* e *Achroia grisella* foram oferecidas a fêmeas do endoparasitóide solitário *Apanteles galleriae* de uma população mantida em condições de laboratório (população de laboratório), e a fêmeas de uma população selvagem, formada a partir de casulos coletados em apiários de Rio Claro e Araras, SP, Brasil (população de campo). Os parasitóides de cada população foram criados por 4 gerações consecutivas. Dois parasitóides machos e uma fêmea, emergidos no mesmo dia e da mesma espécie de hospedeiro foram transferidos para frascos de 30 mL, para propiciar o acasalamento. A cada fêmea fecundada de *A. galleriae* foram oferecidas 5, 10, 15 ou 20 lagartas de *Galleria mellonella* ou *Achroia grisella* de 5º e 6º instar, respectivamente, por uma hora. Após este período, a fêmea foi devolvida ao frasco de origem e as lagartas receberam dieta “*ad libidum*”. Tal procedimento foi realizado a cada 2 dias, desde o 3º dia de vida da fêmea, até a sua morte. O objetivo da pesquisa foi comparar as proles obtidas de ambas as populações, em relação ao número de descendentes e à razão sexual, bem como avaliar a capacidade de parasitismo do parasitóide, em função da idade da fêmea e da densidade de hospedeiros submetidos ao parasitismo. Utilizou-se um teste de proporções para comparar as freqüências de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* de cada população (F4 ou Lab) e uma análise de variâncias para testar o efeito da idade das fêmeas das duas populações sobre o número de descendentes emergidos, para as quatro densidades de hospedeiros. Uma análise de correlação de Pearson foi usada para avaliar o efeito da idade materna sobre a razão sexual registrada para os parasitóides obtidos em cada grupo experimental. As maiores eficiências de parasitismo registradas foram 42,59% para a população de campo e 49,60% para a população de laboratório, para as densidades de 5 e 10 lagartas hospedeiras/fêmea, respectivamente. Estes resultados indicam que a densidade de até 10 lagartas hospedeiras/fêmea seria a ideal para a manutenção do parasitóide. O teste de

diferença de proporções indicou que a eficiência de parasitismo das fêmeas da população de laboratório foi significativamente maior em relação à registrada para as fêmeas da população de campo, independentemente da densidade de hospedeiros utilizada. Lagartas de *A. grisella* foram 4,5 vezes mais parasitadas do que as de *G. mellonella*, independentemente da origem do parasitóide e da densidade de hospedeiros. A ANOVA indicou uma influência significativa da idade materna sobre o número de parasitóides produzidos nos experimentais (F4 Ach, F4 Gall, Lab Ach e Lab Gall), para as quatro densidades de hospedeiros ($F = 50,93$; $P < 0,0001$). A análise de correlação de Pearson indicou uma correlação negativa entre a idade materna e as proporções sexuais das proles de *A. galleriae*, ou seja, o número de descendentes e a razão sexual foram significativamente menores à medida que as mães se tornaram mais velhas. Considerando os dados obtidos na presente pesquisa, para uma criação massal mais efetiva do parasitóide para o controle biológico das traças-da-cera, recomenda-se o uso de *A. grisella* como hospedeiro, na densidade de 5 a 10 lagartas/fêmea e de fêmeas de *A. galleriae* com até sete dias de idade. Para as densidades de 15 a 20 lagartas/fêmea, recomenda-se a utilização de fêmeas do parasitóide com até cinco dias de idade, pois geralmente elas produzem prole mais numerosa, com razão sexual tendendo para um aumento no número de fêmeas.

PALAVRAS CHAVE: Razão Sexual, Traças-da-cera, Controle Biológico, *Achroia grisella*, *Galleria mellonella*, Densidade de Hospedeiros.

ABSTRACT: Caterpillars of *Galleria mellonella* and *Achroia grisella* were offered to females of the solitary endoparasitoid *Apanteles galleriae* from a population maintained under laboratory conditions (laboratory population), and females from a wild population, formed from cocoons collected in apiaries of Rio Claro and Araras, SP, Brazil (field population). The parasitoids of each population were reared by four consecutive generations. Two males and a female, emerged on the same day and reared in the same host species, were transferred to a 30 mL vial in order to allow mating. Caterpillars of *A. grisella* (sixth instar) or *G. mellonella* (fifth instar) were offered for sixty minutes to each mated and expert female, with 2 to 5 days of age, in one of the four host densities used in this research (5, 10, 15 and 20 hosts/female). After this period, the female was given back to the original vial, and the caterpillars

received diet "ad libidum". Such procedure was accomplished every 2 days, since the 3rd day of the female life until her death. The objective of this research was to compare the offsprings from both populations, in relation to the number of descendants and sex ratio, and also the capacity of parasitism of *A. galleriae* in relation to the age of the female and the density of hosts submitted to the parasitism. A test for difference of proportions was applied to compare the frequencies of caterpillars of *G. mellonella* and *A. grisella* parasitized by *A. galleriae* females of each population (F4 or Lab), and an analysis of variances was used to evaluate the effect of the age of females from both populations on the number of descendants emerged, as a function of the host densities. A Pearson's correlation analysis was utilized to test the effect of maternal age on sexual proportion recorded for parasitoids of each experimental group. The highest efficiencies of parasitism recorded were 42.59% to the field population and 49.60% to the laboratory population, for 5 and 10 hosts/female densities, respectively. These results indicate that the density of until 10 hosts/female would be ideal for rearing of parasitoids. The test for difference of proportions indicated that the efficiency of parasitism for parasitoids from laboratory population was significantly higher in relation to that recorded for the field population, regardless the host density. *A. grisella* caterpillars were 4.5 times more parasitized than *G. mellonella* ones, regardless the parasitoid's origin and host density. ANOVA indicated a significant influence of maternal age on the number of parasitoids produced in the experimental groups (F4 Ach, F4 Gall, Lab Ach e Lab Gall), considering the four host densities ($F = 50.93$; $P < 0.0001$). Pearson's correlation analysis indicated a negative correlation between maternal age and sex ratio of the offsprings of *A. galleriae*, that is, the number of descendants and the sex ratio were significantly lower as the mothers became older. Considering the data obtained in the present research, in order to get a more effective massal rearing of *A. galleriae* which will be used for wax moth biological control, it is recommended the use of *A. grisella* as host, in the density of 5 to 10 hosts/female and parasitoid females with up to seven days of age. For the density of 15 to 20 hosts/female it is recommended the use of females with up to five days of age, because they produce more numerous offspring, with sex ratio tending for an increasing in the number of females.

KEY WORDS: Sex Ratio, Wax Moths, Biological Control, *Achroia grisella*, *Galleria mellonella*, Host Density.

INTRODUÇÃO

Em países de clima subtropical e/ou temperado os lepidópteros *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) e *Achroia grisella* (Fabricius, 1754) invadem as colméias de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), danificando os favos e causando sérios prejuízos aos apicultores (NOGUEIRA-NETO, 1970; BAMBARA & AMBROSE, 1981; CEPEDA-APONTE *et al.*, 2002;). *G. mellonella* geralmente invade colônias de *Apis cerana*, *A. dorsata* e *A. florea* (EISCHEN *et al.*, 1986), mas também ataca ninhos de meliponídeos e mamangavas (OERTEL, 1963).

Apenas nos Estados Unidos, o prejuízo anual causado por *G. mellonella* foi estimado em mais de 4 milhões de dólares (WILLIAMS, 1976). Contudo, em um levantamento realizado em 1988, as perdas foram estimadas em aproximadamente 8 milhões de dólares por ano (SHIMANUKI *et al.*, 1993).

O ataque mais severo das lagartas de *A. grisella* e *G. mellonella* ocorre quando os favos são armazenados em locais quentes, pouco ventilados e com baixa luminosidade e/ou em colméias com população reduzida. As colméias geralmente são invadidas à noite pelas fêmeas fecundadas das duas espécies de traças-da-cera, que realizam as posturas dos ovos nas células dos favos. Após a eclosão, as lagartas se alimentam inicialmente de mel e da cera presentes nos caixilhos (NIELSEN & BRISTER, 1977), construindo túneis revestidos com fios de seda e fezes. Posteriormente, ao atingirem o estágio de pré-pupa, escavam depressões nas paredes de madeira das colméias e quadros dos favos, tecendo casulos e empupando uma ao lado da outra (GUERRA, 1973; SHIMANUKI *et al.*, 1993). Tanto as larvas quanto os indivíduos adultos de ambas as espécies podem atuar como vetores de agentes de várias patologias apícolas, como a cria pútrida americana, já que em colônias com essa doença, as fezes das traças podem conter um grande número de esporos de *Paenibacillus* (CHARRIÈRE & IMDORF, 1997).

O endoparasitóide solitário *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae) é um inimigo natural das duas espécies de traças-da-cera, sendo criado em ambas

sem grandes dificuldades, em condições de laboratório. As primeiras sugestões do uso de *A. galleriae* como agente controlador das traças-da-cera foram feitas na década de 30 (WILKINSON, 1932; CRISTOBAL, 1937) e, posteriormente, na década de 80 (IBRAHIM, 1980; BAMBARRA & AMBROSE, 1981). No Brasil, a primeira ocorrência de *A. galleriae* foi registrada por De Santis (1964).

A longevidade de machos e fêmeas depende do sexo, do fato de o parasitóide ter ou não realizado a cópula e da temperatura ambiental (UÇKAN & GÜLEL, 2000, 2002).

O potencial reprodutivo (fecundidade) é uma condição básica para que os parasitóides sejam capazes de se reproduzir mais rapidamente que a população de hospedeiros e possam responder às mudanças na abundância da população das pragas (LANE *et al.*, 1999).

Uma forte razão para o investimento em variações de métodos de controle de pragas de apiários seria o fato de as exportações brasileiras de mel estarem em franco processo de crescimento, sendo que em 2002 ocorreu um aumento considerável (400%) em relação ao ano anterior, sobretudo em decorrência da presença de antibióticos no mel de alguns países exportadores, prática proibida na União Européia e E.U.A. (CARDOSO, 2003). Assim, graças ao estudo do valor adaptativo dos parasitóides de diferentes populações, é possível realizar a seleção dos organismos que apresentem as melhores características como agentes de controle biológico das traças-da-cera.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do parasitismo e o valor adaptativo dos descendentes do parasitóide *Apanteles galleriae* de uma população de campo e da população mantida em laboratório, como agentes de controle biológico das traças-da-cera (*A. grisella* e *G. mellonella*), observando as seguintes características:

- número máximo de lagartas hospedeiras efetivamente parasitadas;
- eficiência de parasitismo das lagartas de ambos os hospedeiros pelas fêmeas do parasitóide da população de campo e de laboratório;
- frequência de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* parasitadas pelas fêmeas do parasitóide das duas populações;

- número de descendentes machos e fêmeas obtidos, em relação às faixas etárias das fêmeas matrizes, à população de origem do parasitóide, à espécie de lagarta hospedeira e à densidade de lagartas oferecidas ao parasitismo;
- razão sexual da prole emergida dos 4 grupos experimentais, nas 4 densidades de hospedeiros utilizadas (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide), em função da idade da fêmea matriz, observando as alterações na razão sexual da prole em cada condição experimental;
- verificar em quais faixas etárias as fêmeas do parasitóide geraram proles mais numerosas, com razão sexual tendendo para descendentes fêmeas, em relação à origem do parasitóide, espécie de lagarta hospedeira e densidade na qual as lagartas foram submetidas ao parasitismo;

MATERIAL E MÉTODOS

1. CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO PARASITÓIDE E SEUS HOSPEDEIROS

Foram estabelecidas criações de *G. mellonella* e *A. grisella*, em sala climatizada e sem luminosidade (25-29 °C e 65 ± 5% U.R.), em condições semelhantes às observadas em colméias de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). As lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* foram mantidas em recipientes de alumínio de 7,5 cm de altura e 16,5 cm de diâmetro, com tampas dotadas de tela metálica com malha de 12 mm², sendo alimentadas com uma dieta padronizada (modificada de GUERRA, 1973), contendo os seguintes ingredientes: fubá - 192,6 g, pó de levedura de cerveja - 94 g, farinha de soja - 80,2 g, leite em pó desnatado - 48,2 g, favo de abelhas - 47 g, mel - 236 g e glicerina - 208 g.

No interior dos recipientes de criação, que continham as mariposas, foram inseridas tiras de papel com dobras paralelas para a deposição dos ovos (ZACARIN, 1999). Os aglomerados de ovos contidos nas tiras de papel foram recortados três vezes por semana, sendo transferidos para um recipiente plástico de 252 cm³, contendo 40 gramas de favo de abelhas e 50 gramas de dieta padronizada. Estes recipientes foram mantidos em uma estufa bacteriológica à temperatura de 30 ± 2 °C e 55 ± 5,0 % U.R, por um período de 20 dias, sendo então introduzidos nos recipientes de criação de lagartas de cada espécie, nos quais permaneceram até atingirem a fase adulta, quando então foram transferidos para a sala climatizada.

Um estereomicroscópio dotado de ocular micrométrica foi utilizado para selecionar as lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* de 5º e 6º instar, respectivamente. Para a determinação dos instares das lagartas hospedeiras, mediu-se a largura de suas cápsulas cefálicas. Os intervalos de tamanho de cada instar para ambas as espécies foram determinados segundo os padrões descritos por Guerra (1973).

Os parasitóides da população de laboratório (Lab) foram criados por 4 gerações consecutivas, sempre na mesma espécie de lagarta hospedeira (*A. grisella* ou *G. mellonella*). Após a emergência, os parasitóides foram transferidos para frascos de material acrílico de 30 mL, vedados com tampa plástica vazada revestida de filó. Em cada frasco foram introduzidos dois parasitóides machos e uma fêmea, emergidos no mesmo dia e criados na mesma espécie de lagarta hospedeira, a fim de garantir a ocorrência de fecundação. A alimentação era constituída de uma dieta à base de solução aquosa de mel e pólen (ZACARIN, 1999). A cada fêmea do parasitóide, fecundada e com 2 a 5 dias de idade, foram oferecidas 10 lagartas da mesma espécie da qual a fêmea emergiu, dispostas em uma placa de Petri de 10 cm de diâmetro. Essas lagartas permaneceram no interior da placa de Petri por uma hora, para que fossem parasitadas pela fêmea de *A. galleriae*. Após este período, a fêmea do parasitóide foi devolvida ao frasco de origem, e as lagartas receberam dieta “*ad libidum*”. Estas placas foram transferidas para uma estufa bacteriológica mantida a 30 ± 2 °C e $55 \pm 5,0$ % U.R., onde permaneceram até a emergência dos parasitóides. Desse modo, foram estabelecidas as populações do parasitóide de laboratório, criadas em lagartas de *A. grisella* (Lab Ach) e de *G. mellonella* (Lab Gall). Uma parte dos parasitóides emergidos foi utilizada para a manutenção da população estoque e a outra para o desenvolvimento dos experimentos.

Para o estabelecimento da população de campo (F4), casulos de parasitóides selvagens foram coletados em favos infestados por lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, provenientes de apiários dos municípios de Rio Claro e Araras, SP. Esses casulos foram introduzidos em frascos de vidro. Após a emergência, machos e fêmeas foram submetidos às mesmas condições experimentais anteriormente descritas.

2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *A. galleriae* DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS EM DIFERENTES DENSIDADES DE HOSPEDEIROS

2.1. CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *A. galleriae* EM LAGARTAS DE *G. mellonella* E *A. grisella*

Para cada fêmea do parasitóide, fecundada e experiente (que já havia realizado postura em 10 lagartas da mesma espécie de hospedeiro na qual havia

sido criada), proveniente da população de laboratório ou de campo, foram oferecidas, a cada dois dias, 5 lagartas de *A. grisella* de 6º instar ou de *G. mellonella* de 5º instar, dispostas em uma placa de Petri de 10 centímetros de diâmetro. Essas lagartas permaneceram no interior da placa de Petri por uma hora, para que fossem parasitadas. Após este período, a fêmea de *A. galleriae* foi devolvida ao mesmo frasco do qual foi retirada. Tal procedimento foi realizado desde o terceiro dia de vida da fêmea, até a sua morte. As lagartas foram transferidas para placas de Petri de 10 cm de diâmetro, onde receberam a dieta padrão já mencionada. Em seguida as placas foram introduzidas em uma estufa bacteriológica mantida a 30 ± 2 °C e $55 \pm 5,0$ % U.R., onde permaneceram até a emergência dos parasitóides. A mesma técnica foi utilizada nos experimentos referentes às densidades de 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras.

Registrou-se o número máximo de lagartas parasitadas por fêmea do parasitóide, o número de parasitóides descendentes obtidos em relação à idade e origem da fêmea considerada (população de laboratório ou campo), bem como as alterações na razão sexual da prole obtida em cada situação experimental. A razão sexual foi determinada a partir da seguinte fórmula:

$$\text{RAZÃO SEXUAL} = \frac{\text{número de descendentes fêmeas}}{\text{número de descendentes machos + fêmeas}}$$

Para cada grupo experimental (Lab Gall, Lab Ach, F4 Gall, F4 Ach) de cada densidade de hospedeiros (5, 10, 15 e 20 lagartas/fêmea do parasitóide), foram realizados 10 ensaios, com três réplicas cada um, totalizando 480 testes.

Registrou-se o número de machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo (F4) e de laboratório (Lab), criados em lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, sendo posteriormente comparados os dados obtidos para os dois hospedeiros. Inicialmente os dados obtidos nos experimentos realizados foram submetidos a uma análise descritiva para verificar se apresentavam distribuição normal e variâncias homogêneas. Como estes dois preceitos foram atendidos, utilizou-se uma análise de variâncias para verificar se a idade das fêmeas parasitóides das populações de campo e de laboratório interferiu no número de descendentes que se desenvolveram nas lagartas das duas espécies hospedeiras. Os tratamentos utilizados na ANOVA foram as idades das fêmeas parasitóides e os

blocos foram os números de descendentes registrados nos quatro grupos experimentais (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach) obtidos para as quatro densidades de hospedeiros (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide). Para verificar se a razão entre descendentes machos e fêmeas foi influenciada pela idade das fêmeas que parasitaram as lagartas hospedeiras, utilizou-se uma análise de correlação de Pearson. Como hipótese nula considerou-se a premissa de que não havia associação entre a variável idade das mães e a razão sexual registrada para os parasitóides obtidos em cada grupo experimental (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach) nas quatro densidades de hospedeiros (AYRES *et al.*, 2005).

Para verificar se havia diferença entre as freqüências de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* de cada população considerada (F4 ou Lab) utilizou-se um teste de proporções (AYRES *et al.*, 2005). O mesmo teste foi utilizado para comparar os dados referentes à eficiência das fêmeas de *A. galleriae* das duas populações, no parasitismo de lagartas de *A. grisella* e *G. mellonella*.

RESULTADOS

As Tabelas 1, 2, 3 e 4 contêm os resultados referentes aos números de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* oferecidas e efetivamente parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, provenientes das populações de campo e de laboratório, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea. Conforme pode ser observado, o número de lagartas oferecidas às fêmeas do parasitóide diminuiu gradativamente à medida que as fêmeas se tornaram mais velhas porque a taxa de sobrevivência dessas fêmeas foi progressivamente menor. Assim, havendo menos fêmeas, o número de lagartas oferecidas também diminuiu.

TABELA 1. Número de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* oferecidas às fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	População de Campo (F4)				População de Laboratório (Lab)			
	Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>		Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>	
	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das
3	150	38	150	85	150	76	150	95
5	140	34	150	90	130	55	145	99
7	135	34	150	86	115	58	145	74
9	125	50	130	63	95	37	140	57
11	110	25	120	72	75	17	135	74
13	80	28	100	53	40	10	120	41
15	40	6	95	54	15	4	80	35
17	20	4	85	37	15	0	60	22
19	5	0	75	30	5	0	35	18
21			55	27			30	15
23			40	20			20	6
25			10	3			5	1
27			5	0			5	0
Total	805	219	1165	620	640	257	1070	537

TABELA 2. Número de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* oferecidas às fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	População de Campo (F4)				População de Laboratório (Lab)			
	Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>		Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>	
	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das
3	300	100	300	188	300	151	300	195
5	290	90	300	178	280	109	300	171
7	250	50	300	158	260	102	300	168
9	240	55	280	129	230	70	290	170
11	180	10	240	119	170	48	240	148
13	140	31	190	102	90	28	210	121
15	110	14	160	91	60	15	150	96
17	70	16	140	92	30	9	110	52
19	50	8	110	55	10	1	60	33
21	40	5	60	26	10	0	40	24
23	20	5	30	14	10	0	20	10
25	10	0	30	7				
Total	1700	384	2140	1159	1450	533	2020	1188

TABELA 3. Número de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* oferecidas às fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	População de Campo (F4)				População de Laboratório (Lab)			
	Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>		Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>	
	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das
3	450	87	450	177	450	109	450	164
5	435	74	450	183	435	68	450	220
7	420	32	435	235	390	69	420	242
9	330	18	435	187	330	75	330	166
11	240	27	390	157	270	14	240	116
13	165	20	360	138	120	1	105	58
15	90	9	330	127	45	0	45	13
17	60	0	240	80			30	4
19	30	0	135	31			15	1
21	30	0	90	25				
23			45	4				
25			30	0				
Total	2250	267	3390	1344	2040	336	2085	984

TABELA 4. Número de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* oferecidas às fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, e número de lagartas efetivamente parasitadas, para a densidade de 20 lagartas/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	População de Campo (F4)				População de Laboratório (Lab)			
	Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>		Lagartas de <i>G. mellonella</i>		Lagartas de <i>A. grisella</i>	
	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das	Ofe recidas	Parasita das
3	600	88	600	269	600	165	600	333
5	600	59	560	286	580	104	560	311
7	600	87	540	227	500	72	560	276
9	540	63	500	196	380	36	520	287
11	500	36	460	158	260	35	420	208
13	420	32	360	93	100	9	320	147
15	360	9	160	61	60	0	160	85
17	300	2	40	4	40	0	20	16
19	180	1	40	8	40	0		
21	140	0	40	0				
23	80	11						
25	80	0						
Total	4400	388	3300	1302	2560	421	3160	1663

Para o tratamento com 5 lagartas hospedeiras/fêmea (Tabela 1), foram oferecidas 1970 lagartas das duas espécies hospedeiras às fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, das quais foram parasitadas 839. Isto representa uma eficiência de parasitismo de 42,59%. Às fêmeas da população de laboratório foram oferecidas 1710 lagartas hospedeiras e, destas, 794 foram parasitadas, ou seja, neste caso a eficiência de parasitismo foi de 46,43%. Já para a densidade de 10 lagartas/fêmea (Tabela 2), a eficiência de parasitismo das fêmeas da população de campo foi de 40,18% (de 3840 lagartas submetidas ao parasitismo, 1543 foram efetivamente parasitadas), enquanto que para as fêmeas de laboratório, a eficiência foi de 49,60% (de 3470 lagartas dispostas ao parasitismo, 1721 foram parasitadas). No caso da densidade de 15 hospedeiros/fêmea (Tabela 3), foram oferecidas 5640 lagartas das duas espécies hospedeiras às fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, das quais foram parasitadas 1611. isto representa uma eficiência de parasitismo de 28,56%. Às fêmeas da população de laboratório foram oferecidas 4125 lagartas hospedeiras e, destas, 1320 foram parasitadas, ou seja, neste caso a eficiência de parasitismo foi de 32%. Quando se analisou a eficiência de parasitismo para a densidade de 20 hospedeiros para cada fêmea de *A. galleriae* (Tabela 4), das

7700 lagartas oferecidas às fêmeas do parasitóide da população de campo (F4), 1690 sofreram parasitismo (21,95% de eficiência), enquanto que das 5720 lagartas oferecidas para as fêmeas do parasitóide da população de laboratório (Lab), apenas 2084 foram atacadas (36,43% de lagartas parasitadas). Os dados acima apresentados, obtidos para as quatro densidades de hospedeiros utilizadas na pesquisa, estão contidos na Tabela 5.

TABELA 5. Número de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* oferecidas às fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, das populações de campo e de laboratório, número de lagartas efetivamente parasitadas e eficiência de parasitismo, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Densidade de lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide	Tratamentos					
	População de Campo (F4)			População de Laboratório (Lab)		
	Oferecidas	Parasitadas	Eficiência de parasitismo	Oferecidas	Parasitadas	Eficiência de parasitismo
D= 5	1970	839	42,59%	1710	794	46,43%
D=10	3840	1543	40,18%	3470	1721	49,60%
D=15	5640	1611	28,56%	4125	1320	32%
D=20	7700	1690	21,95%	5720	2084	36,43%

As freqüências de lagartas parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* das duas populações, considerando as quatro densidades utilizadas na pesquisa (5, 10, 15 e 20 lagartas/placa), foram comparadas por meio de um teste de diferença de proporções. Os resultados obtidos nas comparações efetuadas nesta análise foram significativos ($Z_1 = 2,34$; $P = 0,009$; $Z_2 = 8,08$; $P < 0,0001$; $Z_3 = 3,66$; $P = 0,0001$; $Z_4 = 18,46$; $P < 0,0001$, respectivamente para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide).

Quanto ao número de descendentes obtidos para a densidade de 5 lagartas hospedeiras por fêmea de *A. galleriae* da população de campo, observou-se que das lagartas de *G. mellonella* emergiram 166 machos e 53 fêmeas. Por outro lado, das lagartas da traça menor (*A. grisella*), foram obtidos 536 machos e 84 fêmeas. Na população de laboratório emergiram 197 parasitóides machos e 60 fêmeas, quando lagartas de *G. mellonella* foram utilizadas como hospedeiras. Das lagartas de *A. grisella* submetidas ao parasitismo, emergiram 455 machos e 82 fêmeas (Tabela 6 e Figura 1).

TABELA 6. Número de descendentes produzidos por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	F4 Gall Machos	F4 Gall Fêmeas	F4 Ach Machos	F4 Ach Fêmeas	Lab Gall Machos	Lab Gall Fêmeas	Lab Ach Machos	Lab Ach Fêmeas
3	33	5	74	11	49	27	74	21
5	26	8	69	21	40	15	83	16
7	27	7	64	22	46	12	54	20
9	32	18	53	10	33	4	46	11
11	17	8	69	3	16	1	65	9
13	23	5	49	4	9	1	40	1
15	4	2	48	6	4	0	32	3
17	4	0	34	3			21	1
19			28	2			18	0
21			26	1			15	0
23			19	1			6	0
25			3	0			1	0
Total	166	53	536	84	197	60	455	82
Total geral	219		620		257		537	

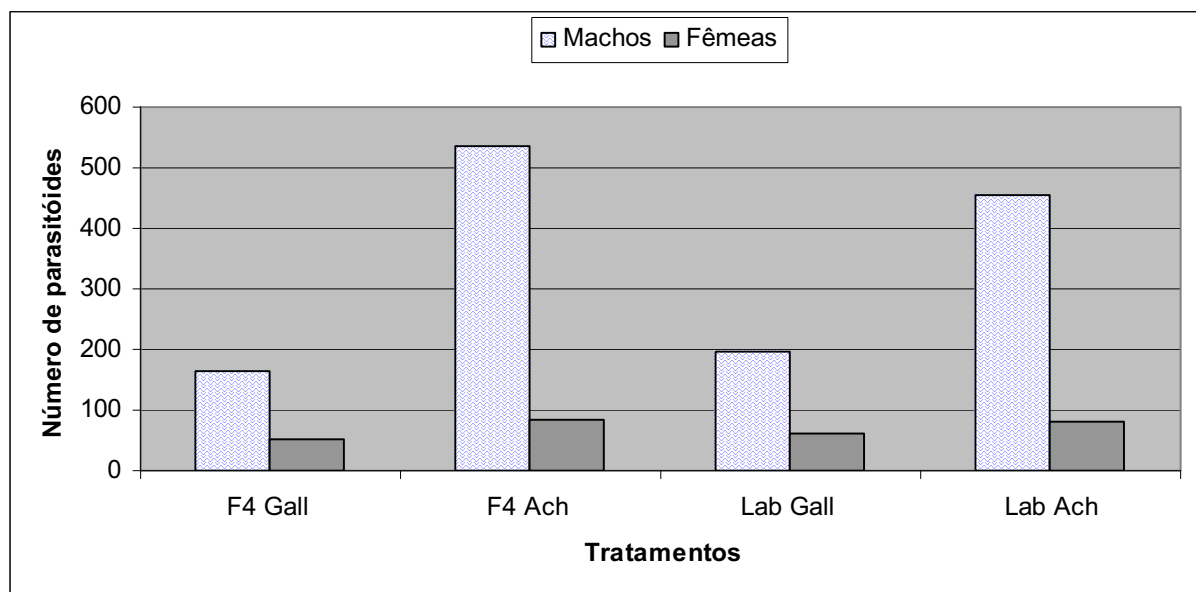


FIGURA 1. Número de parasitóides machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall e Lab Gall) e *A. grisella* (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Já para a densidade de 10 lagartas hospedeiras por fêmea de *A. galleriae* da população de campo (F4), obteve-se 308 descendentes machos e 76 fêmeas emergidos de lagartas de *G. mellonella* e 1029 machos e 130 fêmeas que se desenvolveram em lagartas de *A. grisella*. Quando se analisou a população de laboratório, das lagartas de *G. mellonella* emergiram 447 descendentes machos e 86 fêmeas, e de *A. grisella* 1011 machos e 177 fêmeas (Tabela 7 e Figura 2).

TABELA 7. Número de descendentes produzidos por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	F4 Gall Machos	F4 Gall Fêmeas	F4 Ach Machos	F4 Ach Fêmeas	Lab Gall Machos	Lab Gall Fêmeas	Lab Ach Machos	Lab Ach Fêmeas
3	69	31	151	37	101	50	142	53
5	74	16	136	42	89	20	132	39
7	31	19	136	22	91	11	131	37
9	46	9	115	14	65	5	146	24
11	9	1	111	8	48	0	135	13
13	31	0	97	5	28	0	112	9
15	14	0	89	2	15	0	95	1
17	16	0	92	0	9	0	51	1
19	8	0	55	0	1	0	33	0
21	5	0	26	0			24	0
23	5	0	14	0			10	0
25			7	0				
Total	308	76	1029	130	447	86	1011	177
Total geral	384		1159		533		1188	

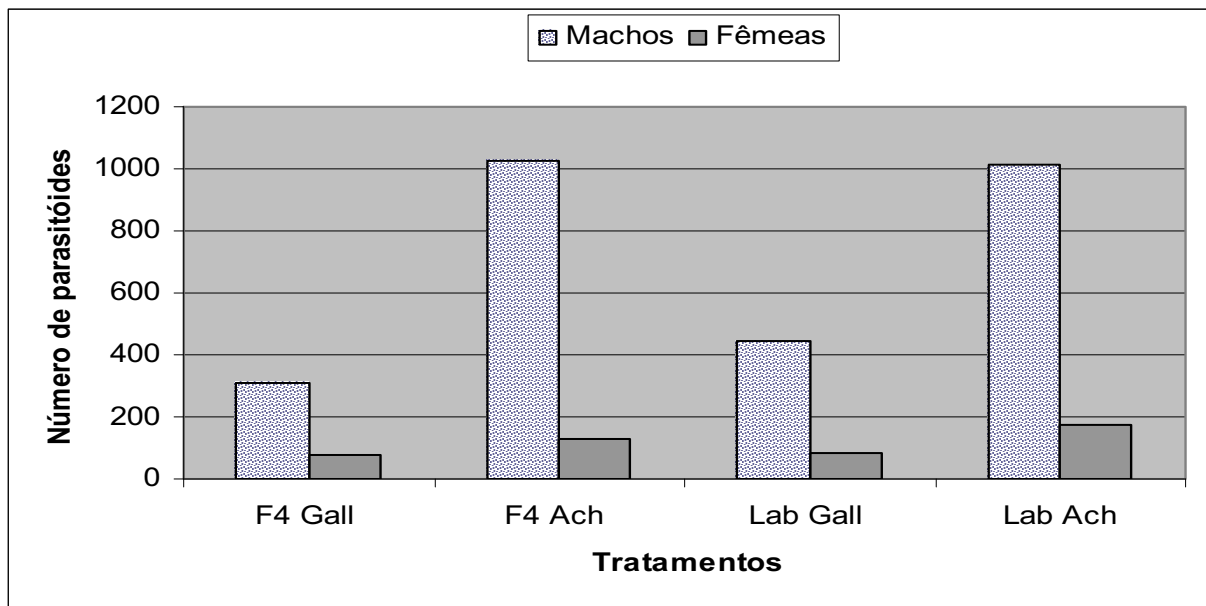


FIGURA 2. Número de parasitóides machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall e Lab Gall) e *A. grisella* (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

A prole de *A. galleriae* obtida da população de campo e emergida de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide, apresentou 224 machos e 43 fêmeas, enquanto que das lagartas de *A. grisella* (F4 Ach) emergiram 1175 machos e 169 fêmeas. Para a população de laboratório, foram obtidos 268 machos e 68 fêmeas quando lagartas de *G. mellonella* serviram de hospedeiras (Lab Gall) e 797 machos e 187 fêmeas para as lagartas de *A. grisella* (Lab Ach), conforme pode ser observado na Tabela 8 e na Figura 3.

TABELA 8. Número de descendentes produzidos por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	F4 Gall Machos	F4 Gall Fêmeas	F4 Ach Machos	F4 Ach Fêmeas	Lab Gall Machos	Lab Gall Fêmeas	Lab Ach Machos	Lab Ach Fêmeas
3	66	21	144	33	89	20	115	49
5	59	15	145	38	62	6	168	52
7	29	3	195	40	50	19	199	43
9	16	2	164	23	52	23	142	24
11	25	2	144	13	14	0	103	13
13	20	0	131	7	1	0	53	5
15	9	0	117	10			12	1
17			78	2			4	0
19			28	3			1	0
21			25	0				
23			4	0				
25								
Total	224	43	1175	169	268	68	797	187
Total geral	267		1344		336		984	

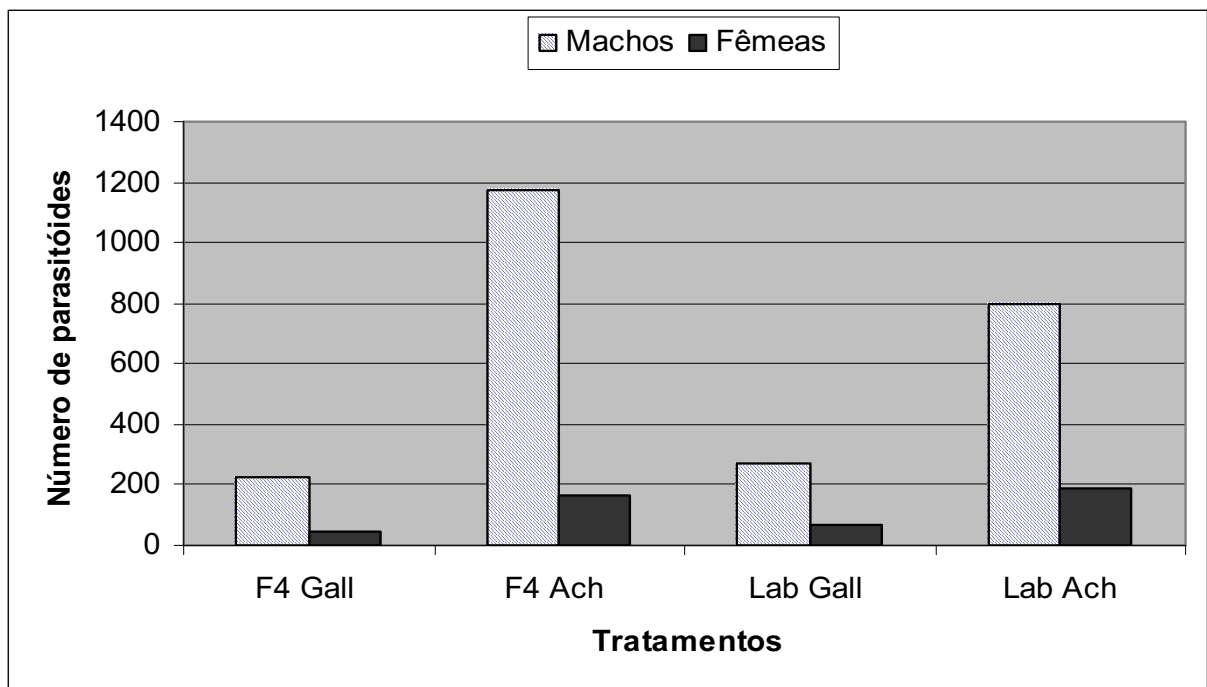


FIGURA 3. Número de parasitóides machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall e Lab Gall) e *A. grisella* (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Para a densidade de 20 lagartas hospedeiras por fêmea do parasitóide (Tabela 9 e Figura 4), a descendência obtida da população de campo e emergida de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall) continha 304 machos e 84 fêmeas, enquanto que das lagartas de *A. grisella* (F4 Ach) emergiram 1131 machos e 171 fêmeas. Na população de laboratório foram obtidos 328 machos e 93 fêmeas quando lagartas de *G. mellonella* serviram de hospedeiras (Lab Gall) e 1329 machos e 334 fêmeas para as lagartas de *A. grisella* (Lab Ach).

TABELA 9. Número de descendentes produzidos por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com idade variável, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas) e da população de laboratório, emergidos de lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da fêmea (dias)	Tratamentos							
	F4 Gall Machos	F4 Gall Fêmeas	F4 Ach Machos	F4 Ach Fêmeas	Lab Gall Machos	Lab Gall Fêmeas	Lab Ach Machos	Lab Ach Fêmeas
3	64	24	223	46	115	50	245	88
5	37	22	251	35	78	26	223	88
7	67	20	192	35	60	12	214	62
9	46	17	175	21	33	3	236	51
11	35	1	135	23	33	2	177	31
13	32	0	87	6	9	0	136	11
15	9	0	58	3			83	2
17	2	0	4	0			15	1
19	1	0	6	2				
21	0	0						
23	11	0						
25								
Total	304	84	1131	171	328	93	1329	334
Total geral	388		1302		421		1663	

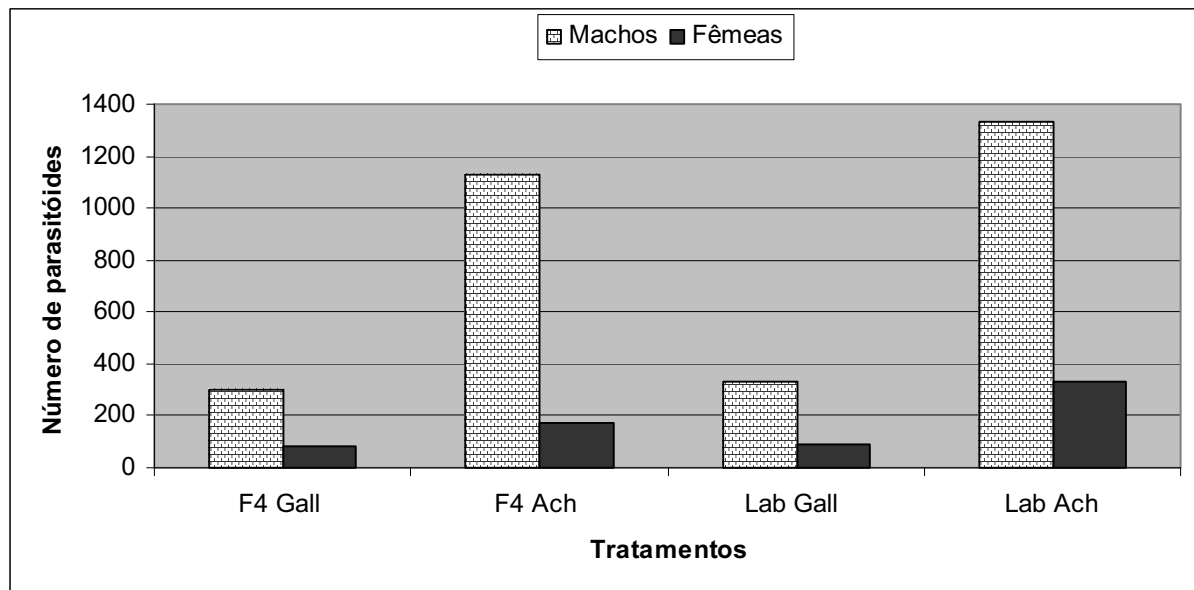


FIGURA 4. Número de parasitóides machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall e Lab Gall) e *A. grisella* (F4 Ach e Lab Ach), respectivamente, para a densidade de 20 lagartas/fêmea do parasitóide

Observa-se que, independentemente de sua origem (população de campo ou de laboratório), as fêmeas de *A. galleriae* parasitaram quase 4,5 vezes mais lagartas de *A. grisella* do que de *G. mellonella*. Os dados referentes às frequências de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* de cada população considerada (F4 ou Lab) foram comparados por meio de um teste de diferença de proporções, levando-se em consideração as quatro densidades de hospedeiros utilizadas na pesquisa (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide). Na comparação das frequências de lagartas das duas espécies hospedeiras, parasitadas por fêmeas provenientes da população de campo (F4), foram obtidos valores altamente significativos ($Z_1 = 11,48$ e $P < 0,0001$; $Z_2 = 19,82$ e $P < 0,0001$; $Z_3 = 22,61$ e $P < 0,0001$; $Z_4 = 32,15$ e $P < 0,0001$), o que indica que as fêmeas de *A. galleriae* parasitaram muito mais lagartas de *A. grisella* do que de *G. mellonella*. Na comparação dos dados referentes às frequências de parasitismo de lagartas das duas espécies de hospedeiros, por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório (Lab), também foram registrados valores altamente significativos ($Z_1 = 4,02$ e $P < 0,0001$; $Z_2 = 13,49$ e $P < 0,0001$; $Z_3 = 21,15$ e $P < 0,0001$; $Z_4 = 28,26$ e $P < 0,0001$), o que confirma o resultado obtido na primeira análise, ou seja, nesta população as fêmeas do parasitóide também parasitaram um número de lagartas de *A. grisella* muito maior do que de *G. mellonella*, independentemente da densidade

de lagartas hospedeiras submetidas ao parasitismo. Este comportamento particular já havia sido anteriormente descrito por Zacarin *et al.* (2004 a), que constataram que em 67% dos casos *A. galleriae* parasita lagartas de *A. grisella*, quando os dois tipos de hospedeiros são oferecidos simultaneamente às fêmeas do parasitóide.

Os dados referentes ao número de descendentes gerados pelas fêmeas parasitóides, de distintas faixas etárias, emergidos de lagartas das duas espécies hospedeiras da população de campo e de laboratório, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea, são apresentados na Tabela 6. Para o tratamento referente aos parasitóides da população de campo originados de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall), a produção de descendentes machos foi maior quando as fêmeas de *A. galleriae* possuíam de 3 a 9 dias de idade, enquanto que para as fêmeas com 5-7 dias, a produção foi menor. Para as mães com idade igual ou superior a 11 dias, a produção de descendentes machos oscilou, sendo que os últimos machos registrados foram gerados por fêmeas com 17 dias de idade. O maior número de descendentes fêmeas foi produzido por mães com idade entre 5 e 11 dias. As mães com mais de 13 dias deram origem a um menor número de parasitóides deste sexo, sendo que as duas últimas fêmeas obtidas eram descendentes de uma fêmea de *A. galleriae* com 15 dias (Tabela 6 e Figura 5). No que se refere aos parasitóides da população de campo originados de lagartas de *A. grisella* (F4 Ach), o pico da produção de descendentes machos foi maior quando as fêmeas possuíam 3 dias de idade. As mães com 5, 7 e 11 dias produziram aproximadamente o mesmo número de parasitóides machos. A partir do 15º dia de vida, as fêmeas de *A. galleriae* deram origem a um número de machos progressivamente menor, sendo que os 3 últimos foram gerados por uma fêmea com 25 dias de idade. O maior número de descendentes fêmeas (F4 Ach F) foi produzido por mães com idade entre 5 e 7 dias, o dobro dos valores registrados para as fêmeas de 3 e 9 dias de idade. A produção de fêmeas diminuiu para as mães com idade igual ou superior a 11 dias, sendo que a última descendente foi gerada por fêmea com 23 dias (Tabela 6 e Figura 6).

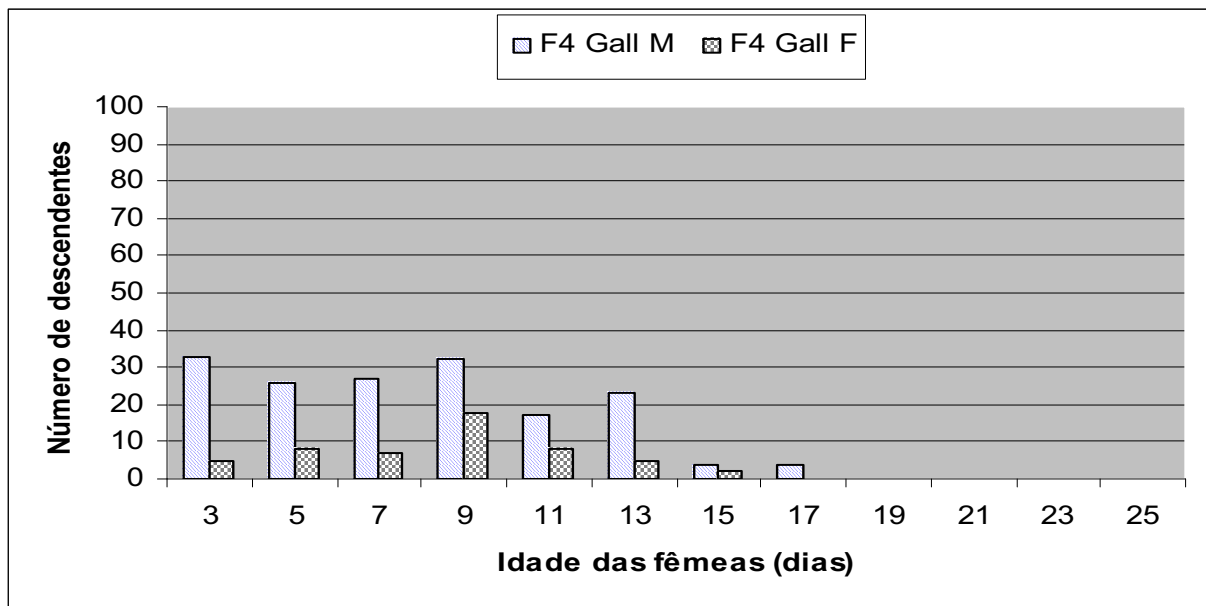


FIGURA 5. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

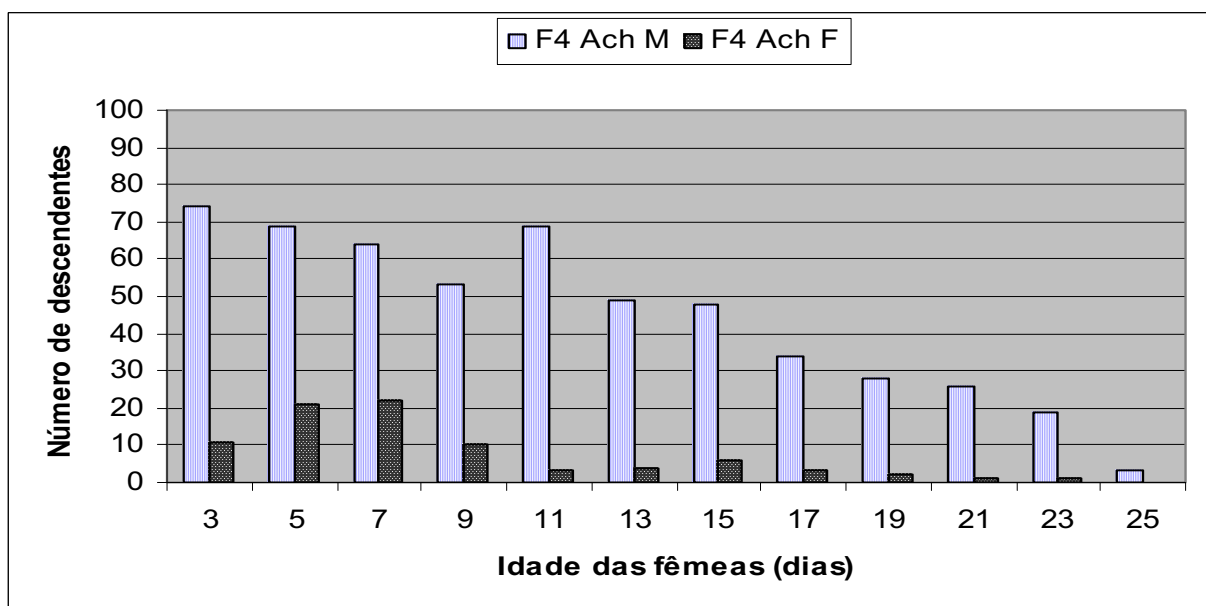


FIGURA 6. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

O número de descendentes machos produzidos por fêmeas da população de laboratório, que parasitaram lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall), foi maior quando as mães tinham 3 dias de idade. O número de machos produzidos por fêmeas de *A.*

galleriae com 5-7 dias foi um pouco menor, sendo que os últimos machos obtidos (4) foram gerados por uma fêmea com 15 dias. A produção de descendentes fêmeas foi maior quando as mães tinham 3 dias de idade. Contudo, o número de fêmeas produzidas por matrizes com mais de 5 dias foi progressivamente menor, sendo que a última delas foi gerada por uma fêmea matriz com 13 dias (Tabela 6 e Figura 7).

O maior número de descendentes machos da população de laboratório, emergidos de lagartas de *A. grisella* (Lab Ach M), foi registrado para as matrizes com 3 e 5 dias de idade, diminuindo acentuadamente para as fêmeas mais velhas. O maior número de descendentes fêmeas (Lab Ach F) foi produzido por mães com 3 e 7 dias. As mães mais velhas deram origem a um menor número de fêmeas entre o 9º e o 17º dia de idade, quando a última descendente foi gerada (Tabela 6 e Figura 8).

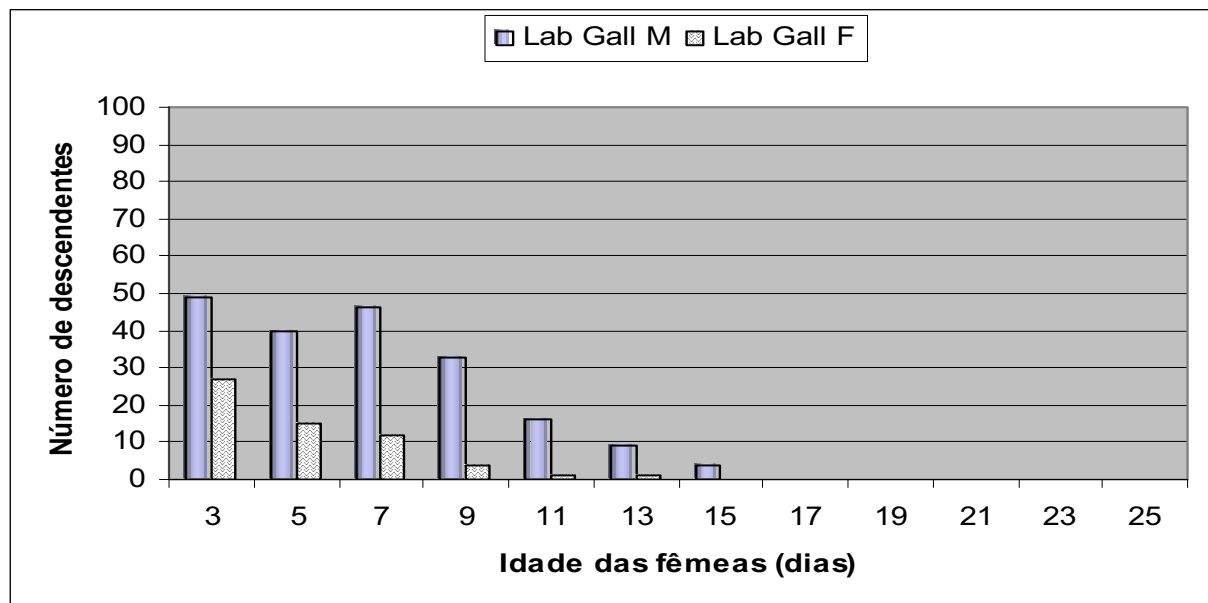


FIGURA 7. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

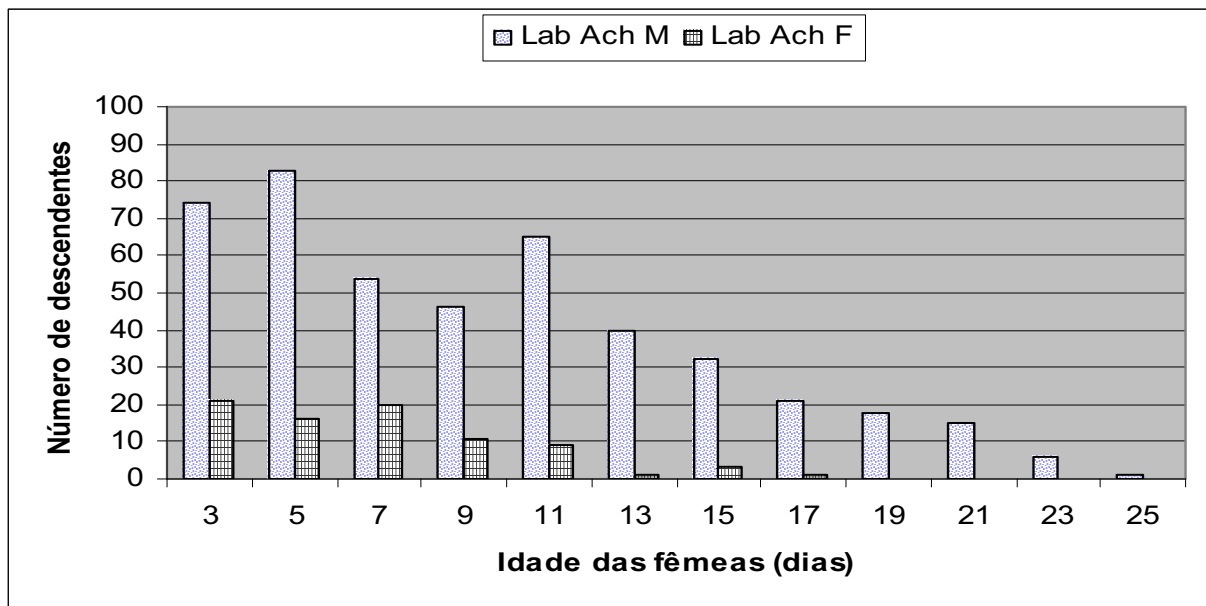


FIGURA 8. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Na Tabela 7 são apresentados os dados referentes à relação entre a idade das fêmeas do parasitóide e o número de descendentes machos e fêmeas originados das lagartas hospedeiras, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras por fêmea do parasitóide. Observa-se que para o tratamento referente aos parasitóides da população de campo, originados de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall), a produção de descendentes machos foi maior quando as fêmeas possuíam de 3 a 5 dias de idade; já para as mães com idade igual ou superior a 7 dias, a produção de descendentes machos oscilou, sendo que os últimos machos foram produzidos por fêmeas com 23 dias. O maior número de descendentes fêmeas foi produzido por fêmeas de *A. galleriae* com 3 dias de idade. As mães com mais de 4 dias deram origem a um menor número de fêmeas, sendo que a última delas era descendente de uma fêmea com 11 dias (Figura 9).

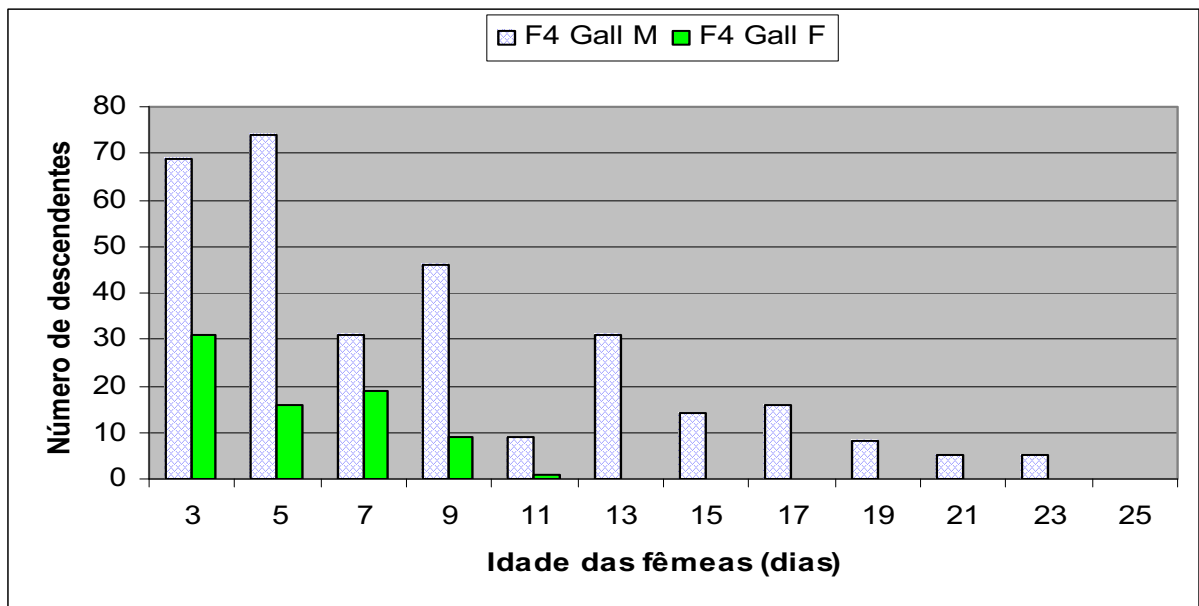


FIGURA 9. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Para o tratamento referente aos parasitóides da população de campo originados de lagartas de *A. grisella* (F4 Ach), o pico da produção de descendentes machos foi maior quando as mães possuíam 3 dias de idade. As fêmeas com 5 e 7 dias de idade produziram o mesmo número de parasitóides machos. A partir do 9º dia de vida as fêmeas de *A. galleriae* deram origem a um número de machos progressivamente menor, sendo que os últimos (7) foram produzidos por uma fêmea com 25 dias. O maior número de descendentes fêmeas foi produzido por mães com idade de 3 e 5 dias. A produção de descendentes do sexo feminino diminuiu acentuadamente nas fêmeas de *A. galleriae* com idade igual ou superior a 7 dias, sendo que as duas últimas foram produzidas por mães com 15 dias (Tabela 7 e Figura 10).

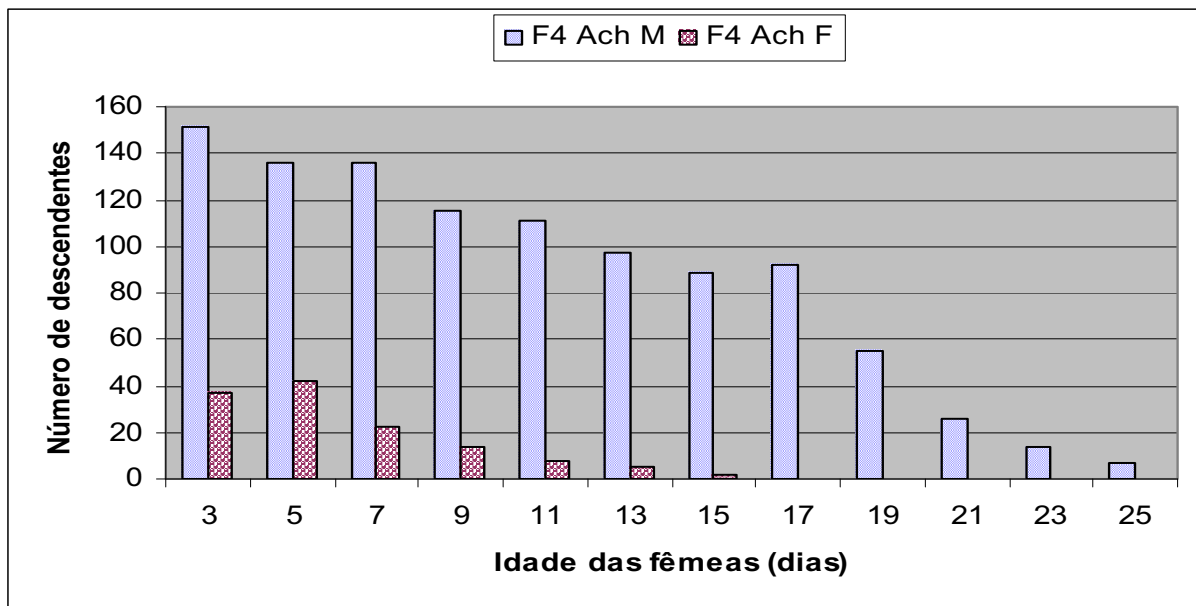


FIGURA 10. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Na Figura 11 e na Tabela 7, observa-se que o maior número de descendentes (machos e fêmeas) foi produzido por fêmeas da população de laboratório com 3 dias de idade, cujos hospedeiros foram lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall). O número de machos produzidos por fêmeas com idade entre 5 e 7 dias foi um pouco menor, diminuindo, progressivamente, para as fêmeas com idade entre 9 e 17 dias. O último macho obtido foi gerado por uma fêmea de *A. galleriae* com 19 dias. A produção de descendentes fêmeas diminuiu paulatinamente para as matrizes com mais de 3 dias, sendo que as cinco últimas descendentes registradas foram produzidas por fêmeas com 9 dias.

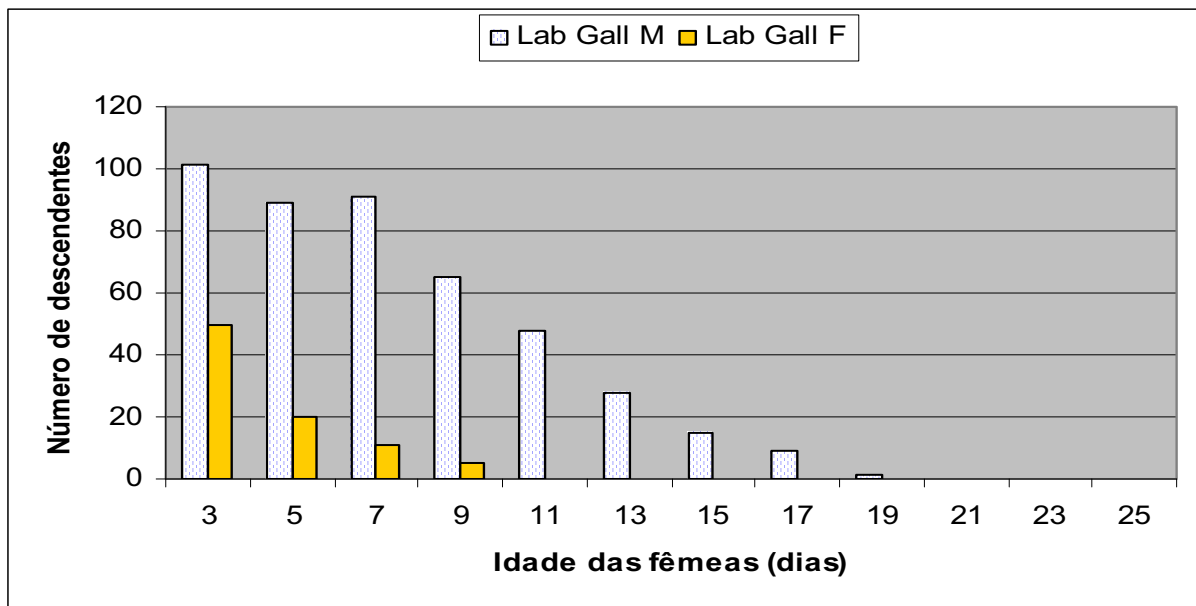


FIGURA 11. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

O maior número de parasitóides fêmeas obtidos para a população de laboratório, que emergiram de lagartas de *A. grisella* (Lab Ach F), foi registrado para as mães com 3 dias de idade (Figura 12). As fêmeas mais velhas produziram um menor número de descendentes fêmeas, havendo uma diminuição progressiva no número de parasitóides obtidos para as fêmeas produtoras entre o 7º e o 15º dia. A última fêmea registrada foi gerada por uma matriz de *A. galleriae* com 17 dias. O número de descendentes machos (Lab Ach M) produzidos por fêmeas com idade entre 3 e 11 dias foi elevado, diminuindo progressivamente para as mães com 13-23 dias (Figura 12 e Tabela 7).

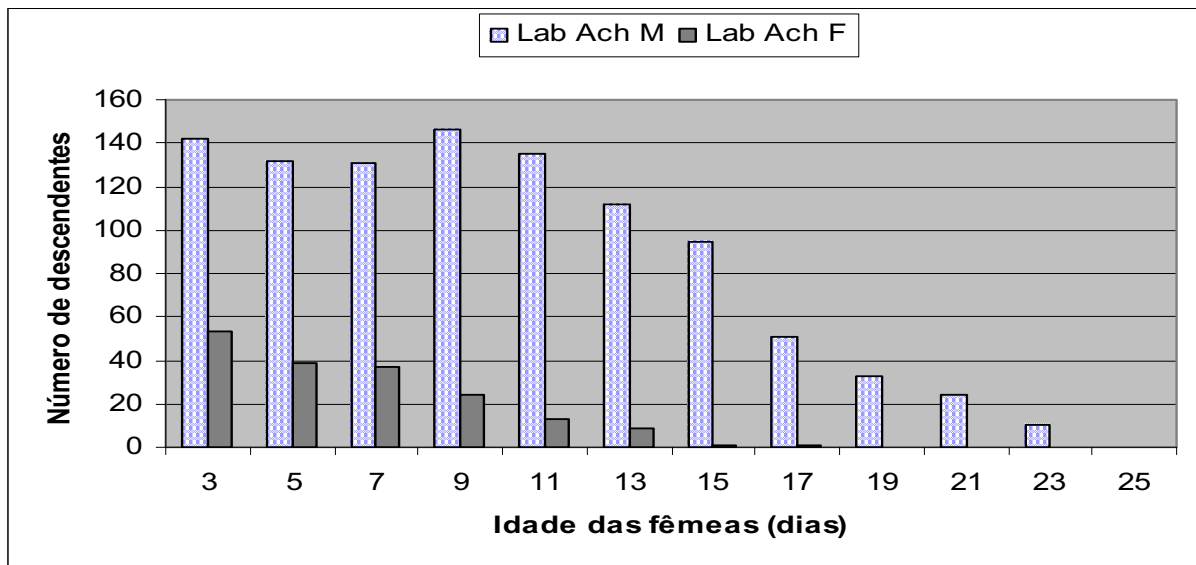


FIGURA 12. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Um exame dos dados obtidos nos experimentos em que foi utilizada a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide, indica que para o tratamento referente aos parasitóides da população de campo, originados de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall), a produção de descendentes machos foi maior quando as fêmeas de *A. galleriae* possuíam de 3 e 5 dias de idade. Para matrizes com idade igual ou superior a 7 dias, a produção de machos oscilou, sendo que os últimos (9) foram gerados por fêmeas com 15 dias. O maior número de descendentes fêmeas foi produzido por mães com 3 e 5 dias de idade. As fêmeas com mais de 5 dias deram origem a um menor número de parasitóides deste sexo, sendo que as duas últimas descendentes obtidas foram geradas por uma fêmea de *A. galleriae* com 11 dias (Tabela 8 e Figura 13).

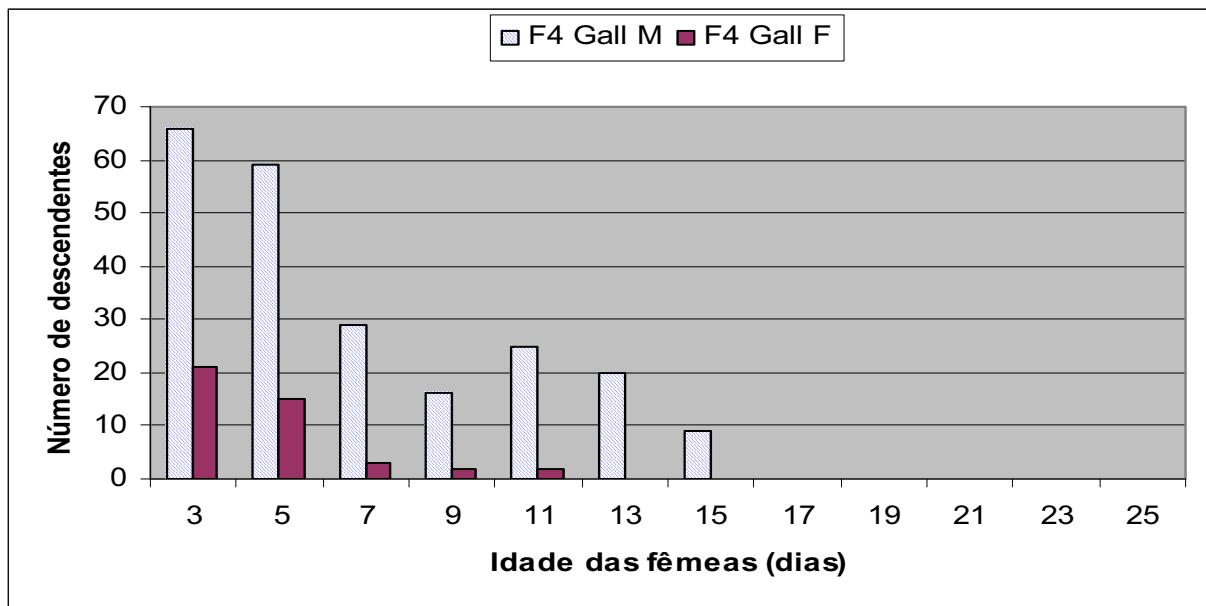


FIGURA 13. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Para o tratamento referente aos parasitóides da população de campo, originados de lagartas de *A. grisella* (F4 Ach), o pico da produção de descendentes machos foi maior quando as fêmeas possuíam 7 dias de idade. As mães com 3, 5 e 11 dias produziram aproximadamente o mesmo número de parasitóides machos. A partir do 9º dia de vida, as fêmeas de *A. galleriae* deram origem a números de machos progressivamente menores, sendo que os 4 últimos foram gerados por uma fêmea com 23 dias. O maior número de descendentes fêmeas (F4 Ach F) foi produzido por mães com idade entre 5 e 7 dias. A produção de fêmeas diminuiu para as mães com idade igual ou superior a 9 dias, sendo que as três últimas descendentes foram geradas por fêmeas com 19 dias (Tabela 8 e Figura 14).

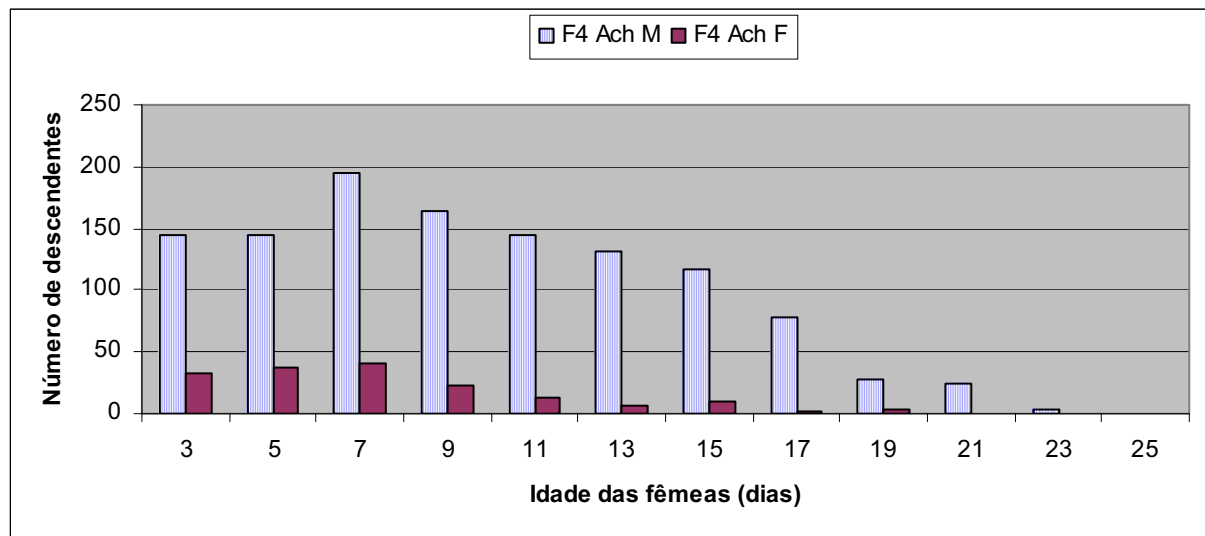


FIGURA 14. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Na Tabela 8 e na Figura 15, observa-se que o número de descendentes machos produzidos por fêmeas da população de laboratório, que parasitaram lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall), foi maior quando as mães tinham 3 dias de idade. O número de machos gerados por fêmeas de *A. galleriae* com 5-9 dias foi um pouco menor, sendo que o último macho obtido era descendente de uma fêmea com 13 dias. A produção de descendentes fêmeas foi maior quando as mães tinham 9 dias de idade. Contudo, o número de fêmeas produzidas por matrizes com 3 e 7 dias foi praticamente o mesmo.

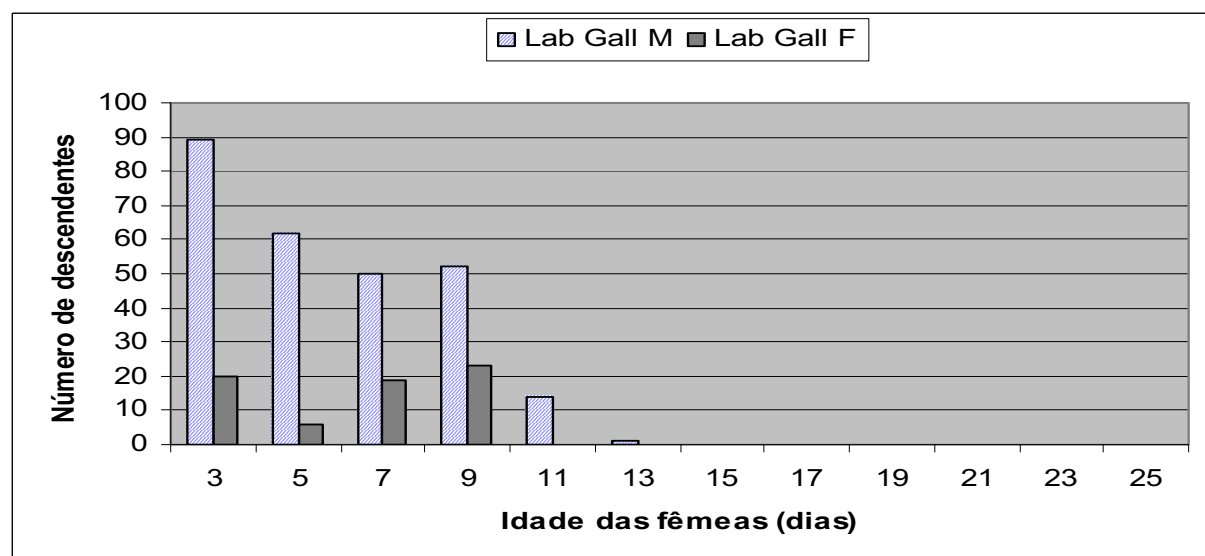


FIGURA 15. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

O maior número de descendentes machos da população de laboratório, emergidos de lagartas de *A. grisella* (Lab Ach M), foi registrado para as fêmeas com 5 e 7 dias de idade, diminuindo progressivamente para aquelas com 9-19 dias. O maior número de descendentes fêmeas (Lab Ach F) foi produzido por matrizes com idade entre 3 e 7 dias. As fêmeas mais velhas deram origem a um menor número de descendentes deste sexo entre o 9º e o 13º dia de idade, sendo que a última delas foi gerada por uma fêmea de *A. galleriae* com 15 dias (Tabela 8 e Figura 16).

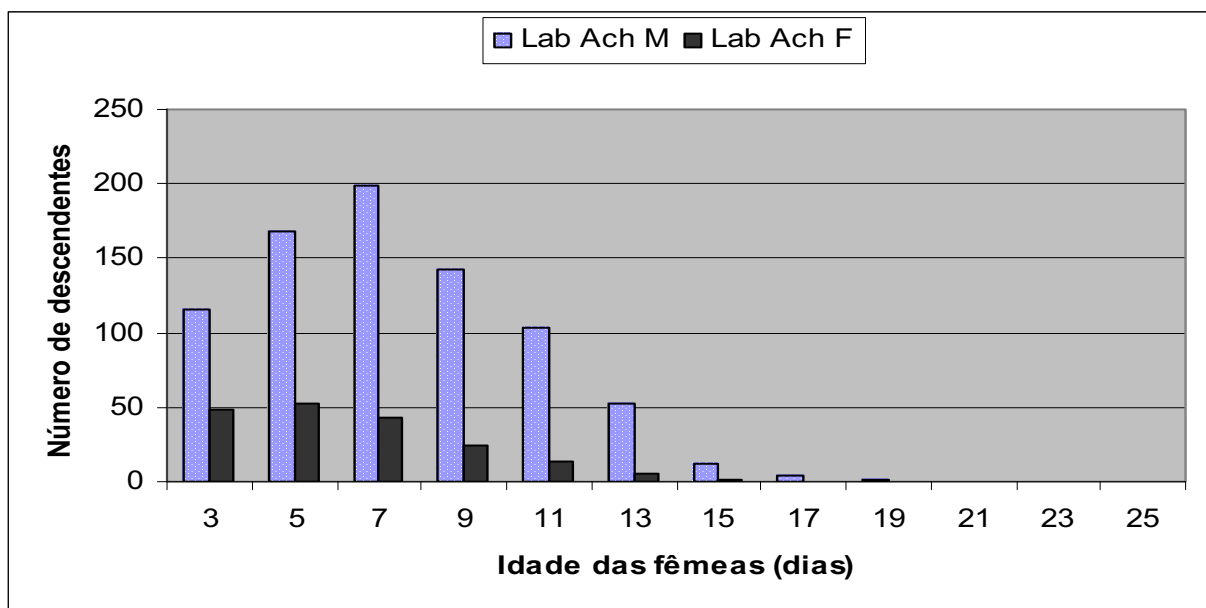


FIGURA 16. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Os dados referentes aos experimentos em que foi utilizada a densidade de 20 lagartas hospedeiras por fêmea do parasitóide foram incluídos na Tabela 9, onde pode ser observada a relação entre a idade das fêmeas do parasitóide e o número de descendentes machos e fêmeas obtidos das lagartas das duas espécies hospedeiras. Na população de campo, entre os parasitóides originados de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall), a produção de descendentes machos foi maior quando as fêmeas possuíam de 3 a 9 dias de idade. Já para as mães com 11 e 13 dias a produção de machos foi um pouco menor, variando acentuadamente para as fêmeas com idade entre 15 e 21 dias, sendo que os últimos machos (11) foram produzidos por fêmeas com 23 dias. O maior número de descendentes fêmeas foi produzido por matrizes de *A. galleriae* com 3 a 5 dias de idade. As mães com mais de 6 dias deram

origem a um menor número de fêmeas, sendo que a última delas era descendente de uma fêmea com 11 dias (Figura 17).

Para os parasitóides da população de campo originados de lagartas de *A. grisella* (F4 Ach), o pico da produção de descendentes machos foi maior quando as fêmeas possuíam 5 dias de idade. As mães com 3 dias e as com idade superior a 6 dias produziram um número de descendentes progressivamente menor, sendo que os últimos foram gerados por uma fêmea com 19 dias. O maior número de descendentes do sexo feminino foi produzido pelas fêmeas com 3 dias de idade. A produção de fêmeas diminuiu nas mães com idade igual ou superior a 5 dias, sendo que as duas últimas foram geradas por fêmeas com 19 dias (Tabela 9 e Figura 18).

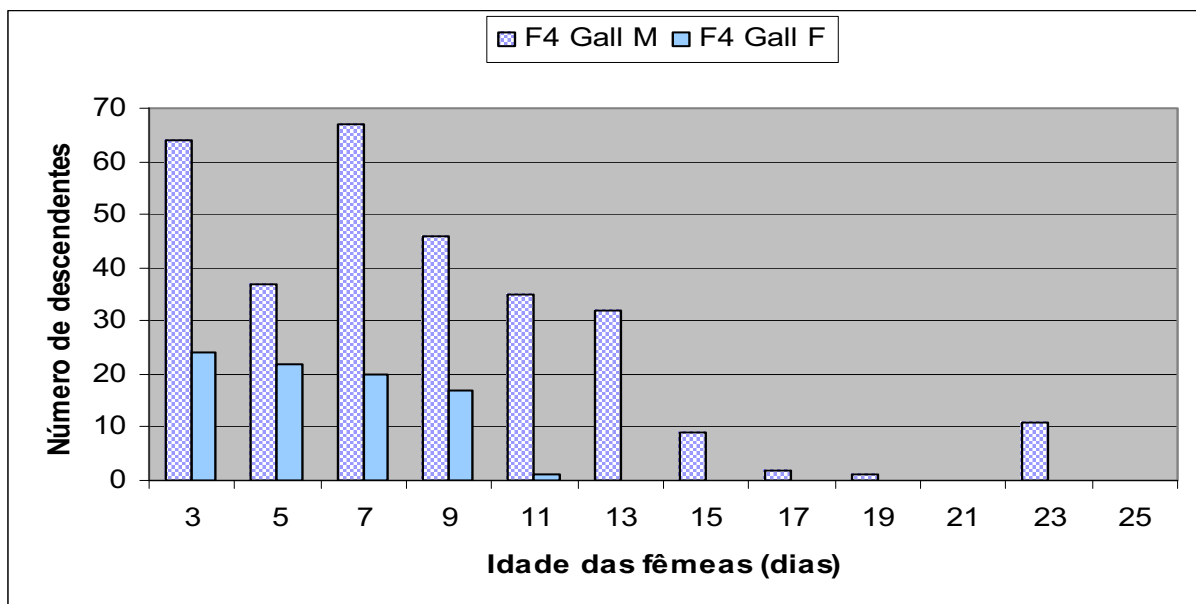


FIGURA 17. Número de descendentes machos (F4 Gall M) e fêmeas (F4 Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

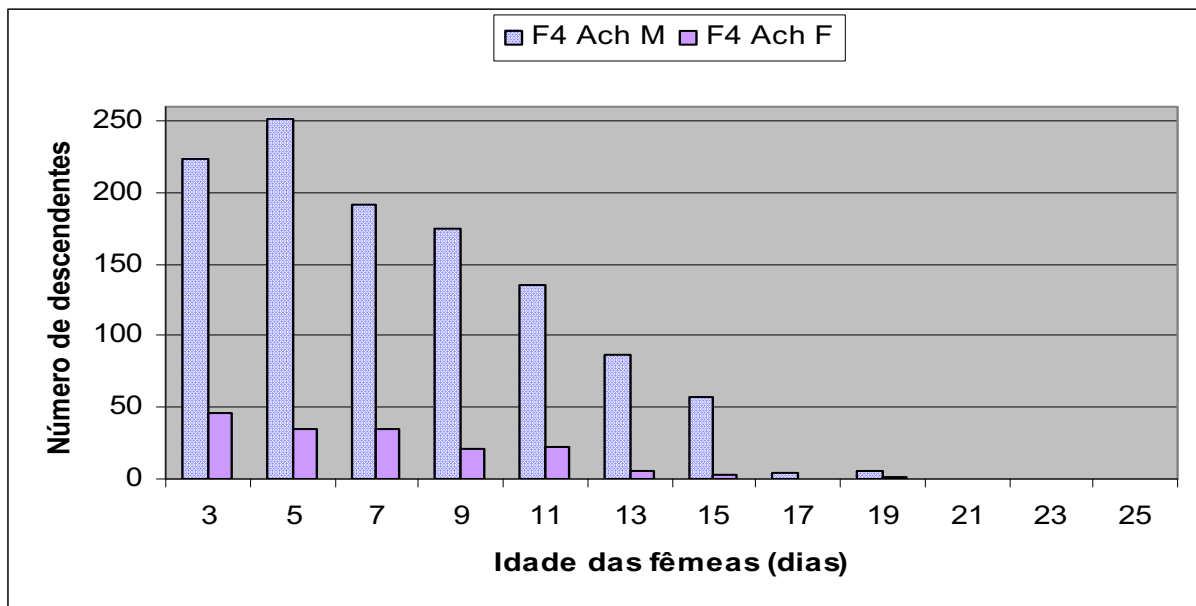


FIGURA 18. Número de descendentes machos (F4 Ach M) e fêmeas (F4 Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

O maior número de descendentes machos foi produzido por fêmeas da população de laboratório com 3 dias de idade, cujos hospedeiros foram lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall). O número de machos produzidos por fêmeas com 5 – 7 dias foi menor, diminuindo significativamente para as mães com 9 – 11 dias. Os últimos machos obtidos foram gerados por uma fêmea de *A. galleriae* com 13 dias. A produção de descendentes fêmeas foi maior quando as mães tinham 3 dias de idade. Contudo, o número de fêmeas produzidas por matrizes com 5 dias foi reduzido em 50%, diminuindo significativamente para as fêmeas mais idosas. As duas últimas descendentes foram geradas por uma fêmea com 11 dias (Figura 19 e Tabela 9).

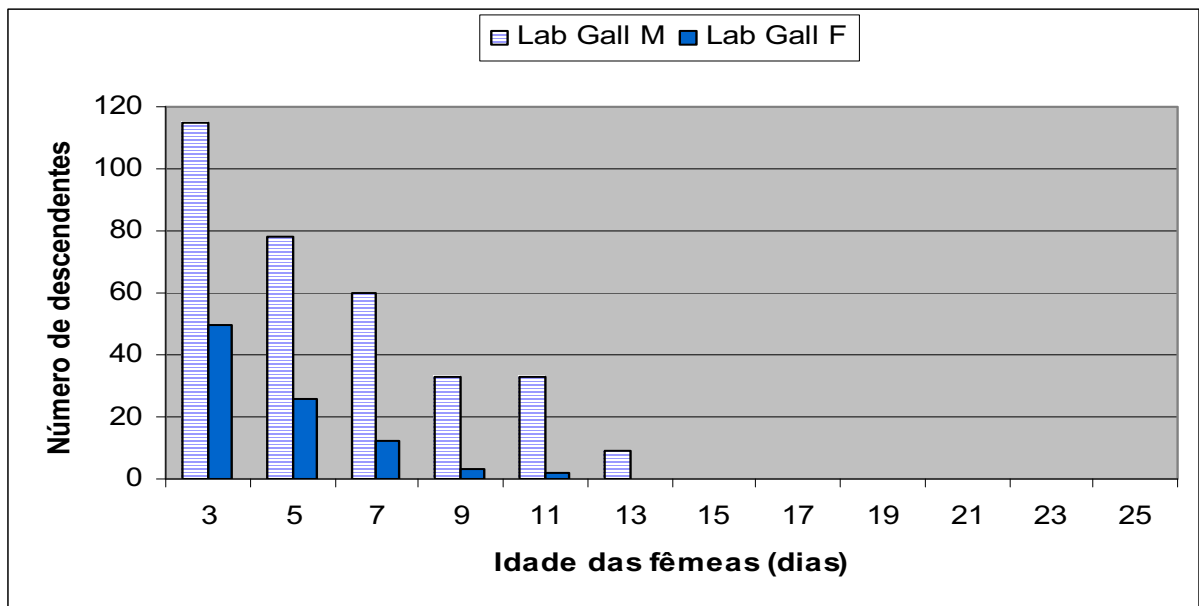


FIGURA 19. Número de descendentes machos (Lab Gall M) e fêmeas (Lab Gall F) emergidos de lagartas de *G. mellonella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

O maior número de descendentes machos da população de laboratório, emergidos de lagartas de *A. grisella* (Lab Ach M), foi registrado para as fêmeas com 3 dias de idade (Figura 20 e Tabela 9). O número de machos gerados pelas fêmeas com 5 – 9 dias foi um pouco menor. Por outro lado, houve uma diminuição gradativa no número de descendentes deste sexo produzidos pelas fêmeas com idade entre 11 e 17 dias. O maior número de descendentes fêmeas (Lab Ach F) foi produzido por mães com 3 e 5 dias. As matrizes com idade entre 7 e 15 dias deram origem a números de fêmeas progressivamente menores, sendo que a última descendente registrada foi gerada por uma fêmea de *A. galleriae* com 17 dias.

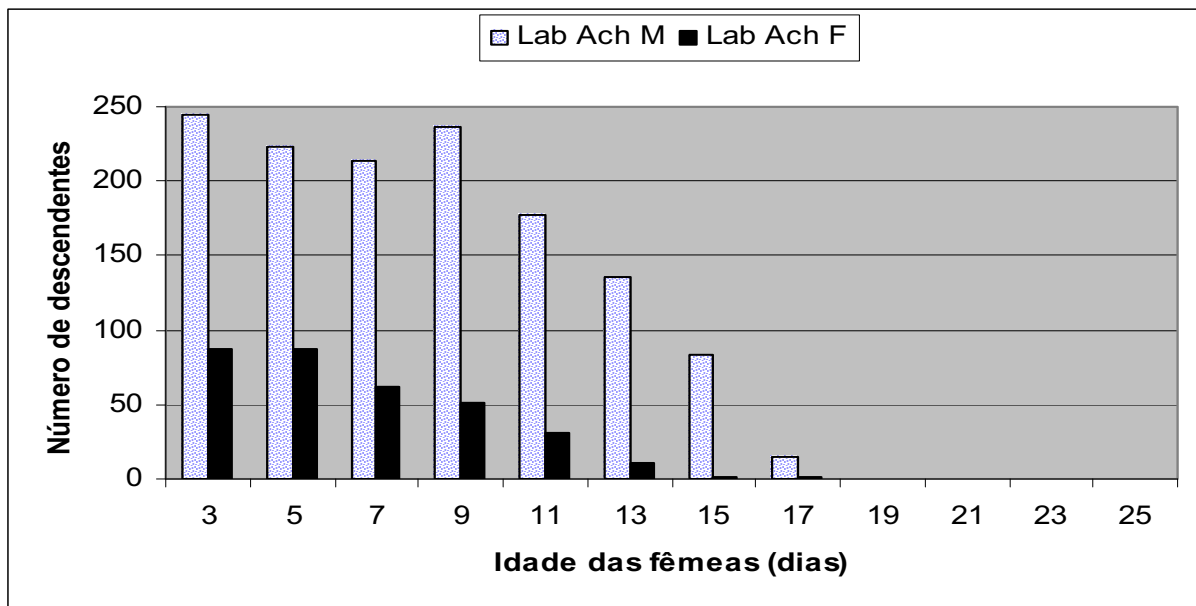


FIGURA 20. Número de descendentes machos (Lab Ach M) e fêmeas (Lab Ach F) emergidos de lagartas de *A. grisella* parasitadas por fêmeas de *A. galleriae* da população de laboratório, com diferentes idades, para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Para verificar se a idade das fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório interferiu no número de descendentes parasitóides que se desenvolveram nas lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, os dados referentes às proles obtidas para as quatro densidades (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide) foram submetidos a uma análise de variâncias. O resultado altamente significativo obtido nesta análise ($F = 50,93$; $P < 0,0001$) indicou que houve interferência da idade materna no número de parasitóides produzidos nos quatro grupos experimentais (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach) e nas quatro densidades analisadas, ou seja, o número de machos e fêmeas de *A. galleriae* gerados pelas fêmeas foi significativamente menor à medida que elas se tornaram mais velhas.

Para avaliar se a idade materna interferiu nas razões sexuais registradas nas proles das fêmeas de *A. galleriae* dos quatro grupos experimentais, foi realizada uma análise de correlação de Pearson para cada conjunto de dados obtido (Tabela 10).

TABELA 10. Razões sexuais das proles de fêmeas de *A. galleriae* de diferentes idades, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Idade da Fêmea (Dias)	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
F4 Gall (D=5)	0,1315	0,2352	0,2058	0,36	0,32	0,1786	0,3333	0					
F4 Ach (D=5)	0,1294	0,2333	0,2558	0,1587	0,0417	0,0755	0,1111	0,0811	0,0666	0,0370	0,05	0	
Lab Gall (D=5)	0,3553	0,2727	0,2069	0,1081	0,0588	0,1	0						
Lab Ach (D=5)	0,2210	0,1617	0,2702	0,1930	0,1216	0,0244	0,0857	0,0454	0	0	0	0	0
F4 Gall (D=10)	0,3100	0,1777	0,3800	0,1636	0,1000	0	0	0	0	0	0		
F4 Ach (D=10)	0,1968	0,2360	0,1392	0,1085	0,0672	0,0490	0,022	0	0	0	0	0	
Lab Gall (D=10)	0,3311	0,1835	0,1078	0,0714	0	0	0	0	0				
Lab Ach (D=10)	0,2718	0,2280	0,2202	0,1411	0,0878	0,0744	0,0104	0,0192	0	0	0		
F4 Gall (D=15)	0,2413	0,2027	0,0937	0,1111	0,0740	0	0						
F4 Ach (D=15)	0,1864	0,2076	0,1702	0,1229	0,0828	0,0507	0,0787	0,025	0,0967	0	0		
Lab Gall (D=15)	0,1834	0,0882	0,2753	0,3066	0	0							
Lab Ach (D=15)	0,2987	0,2363	0,1776	0,1445	0,1120	0,0862	0,0769	0	0				
F4 Gall (D=20)	0,2727	0,3728	0,2298	0,2698	0,0277	0	0	0	0	0	0		
F4 Ach (D=20)	0,1710	0,1224	0,1541	0,1071	0,1455	0,0645	0,0491	0	0,25				
Lab Gall (D=20)	0,3030	0,25	0,1666	0,0833	0,0571	0	0	0	0				
Lab Ach (D=20)	0,2642	0,2829	0,2246	0,1717	0,1490	0,0748	0,0235	0,0625					

Os resultados das análises dos dados obtidos para as quatro densidades de hospedeiros utilizadas na pesquisa revelaram que a idade das mães interferiu significativamente nas razões sexuais das proles que elas produziram. Houve correlação negativa entre a idade materna e as razões sexuais registradas na descendência de fêmeas de diferentes faixas etárias. A razão sexual diminuiu à medida que a idade materna aumentou.

Os resultados obtidos para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea de *A. galleriae* foram os seguintes: $r = -0,6131$ e $p = 0,0448$, para o grupo F4 Gall (Figura 21); $r = -0,7303$ e $p = 0,0107$, para F4 Ach (Figura 22); $r = -0,9013$ e $p = 0,0001$, para Lab Gall (Figura 23); $r = -0,8890$ e $p = 0,0002$, para Lab Ach (Figura 24).

Para a densidade de 10 lagartas por fêmea do parasitóide, o resultado para F4 Gall foi $r = -0,8538$ e $p = 0,0070$ (Figura 25) e para F4 Ach $r = -0,9610$ e $p = 0,0001$ (Figura 26), enquanto que para os parasitóides da população de laboratório, emergidos de lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall), $r = -0,8857$ e $p = 0,0034$ (Figura 27), e para Lab Ach obteve-se o valor de $r = -0,9809$ e $p < 0,0001$ (Figura 28).

Na análise dos dados referentes à densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide foram obtidos os seguintes valores: $r = -0,8705$ e $p = 0,0002$, para o grupo F4 Gall (Figura 29); $r = -0,9083$ e $p < 0,0001$, para F4 Ach (Figura 30); $r = -0,6807$ e $p = 0,0148$, para Lab Gall (Figura 31); $r = -0,9501$ e $p < 0,0001$, para Lab Ach (Figura 32).

Já para a densidade de 20 lagartas/fêmea de *A. galleriae*, o valor obtido para F4 Gall foi $r = -0,8461$ e $p = 0,0010$ (Figura 33) e para F4 Ach $r = -0,5044$ e $p = 0,1135$ (Figura 34). Para F4 Gall o valor registrado foi $r = -0,8733$ e $p = 0,0004$ (Figura 35), enquanto que para F4 Ach obteve-se $r = -0,9586$ e $p < 0,0001$ (Figura 36).

Nas proles registradas nos quatro grupos experimentais (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach), para as quatro densidades de hospedeiros avaliadas (5, 10, 15 e 20 hospedeiros/fêmea do parasitóide), o número de fêmeas produzidas pelas mães diminuiu gradativamente à medida que elas envelheceram, fazendo com que as razões sexuais diminuíssem concomitantemente.

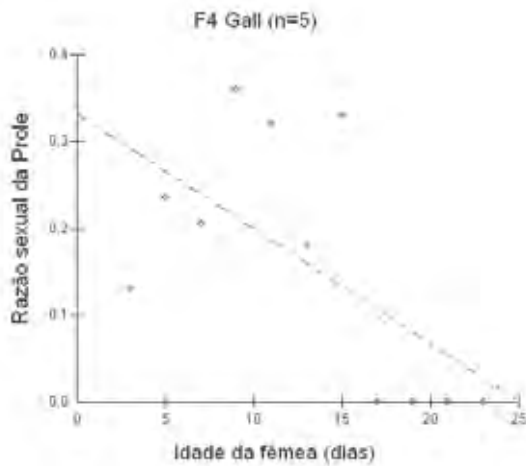


FIGURA 21. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

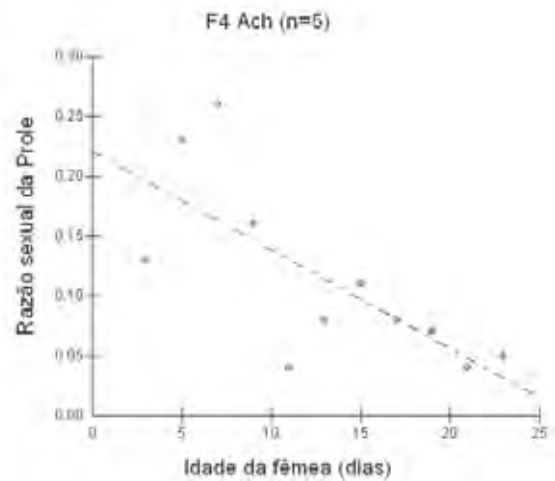


FIGURA 22. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

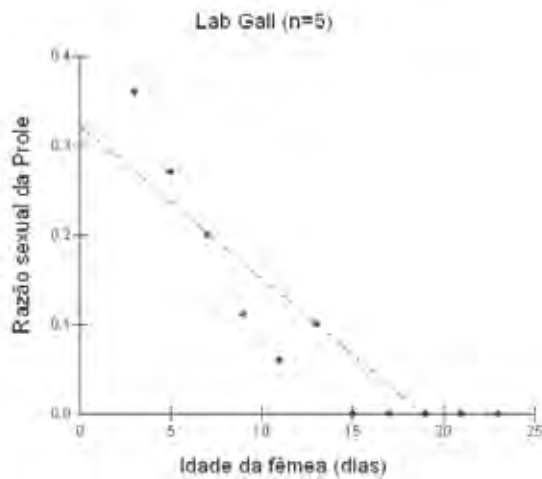


FIGURA 23. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

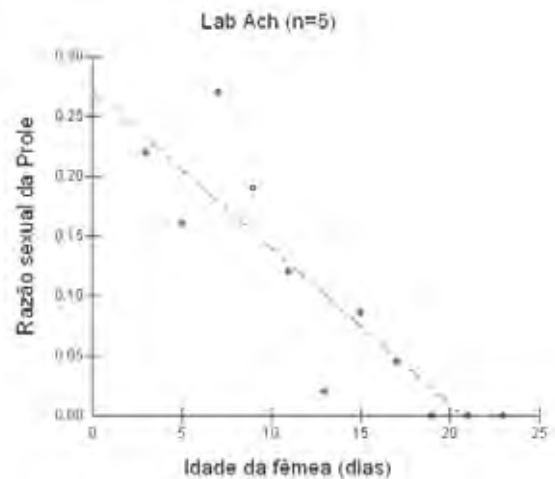


FIGURA 24. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

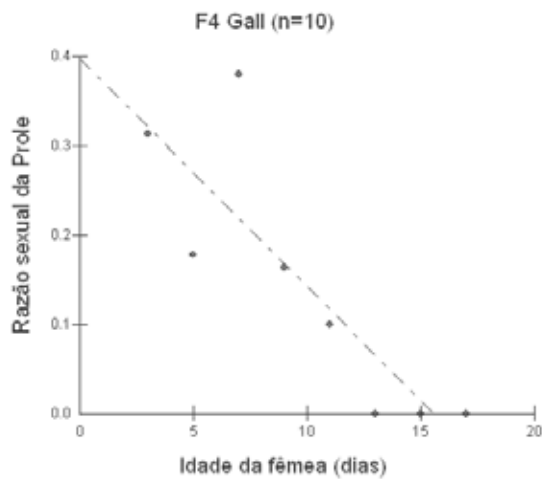


FIGURA 25. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

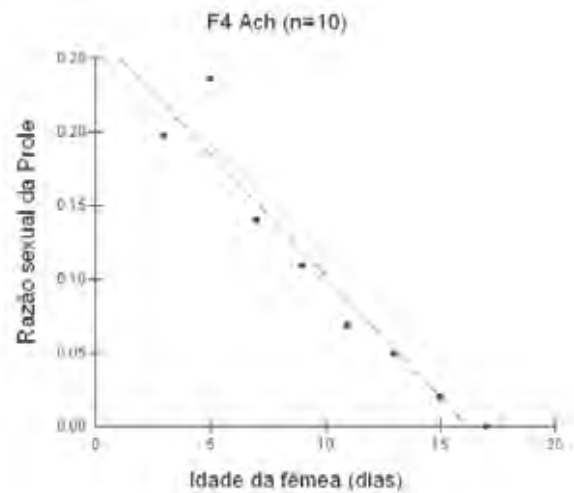


FIGURA 26. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

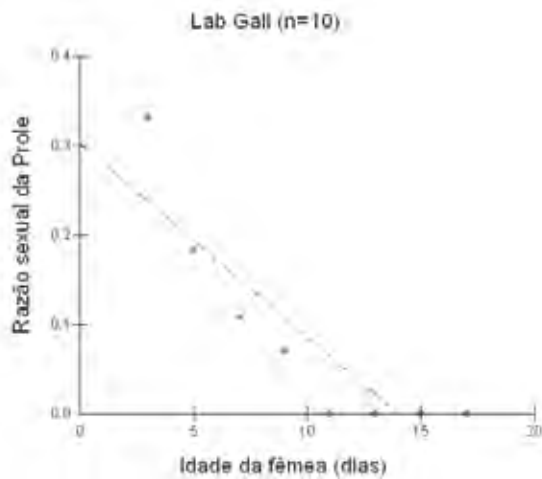


FIGURA 27. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

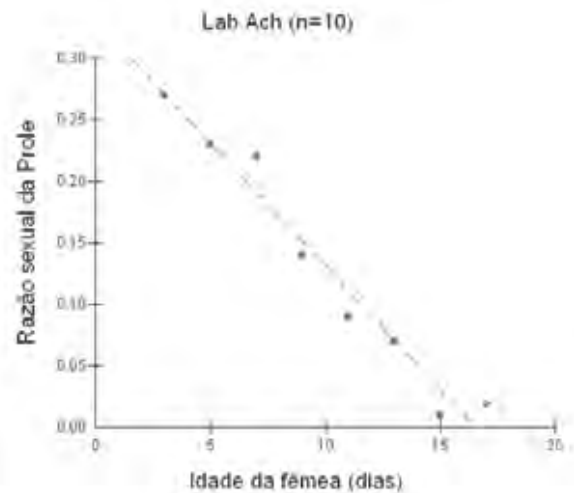


FIGURA 28. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

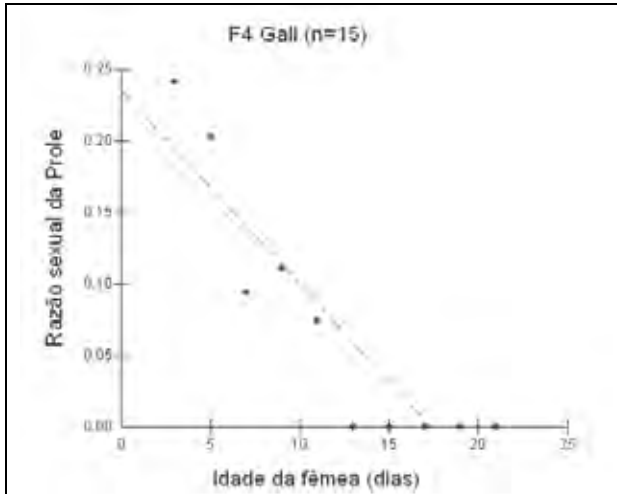


FIGURA 29. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

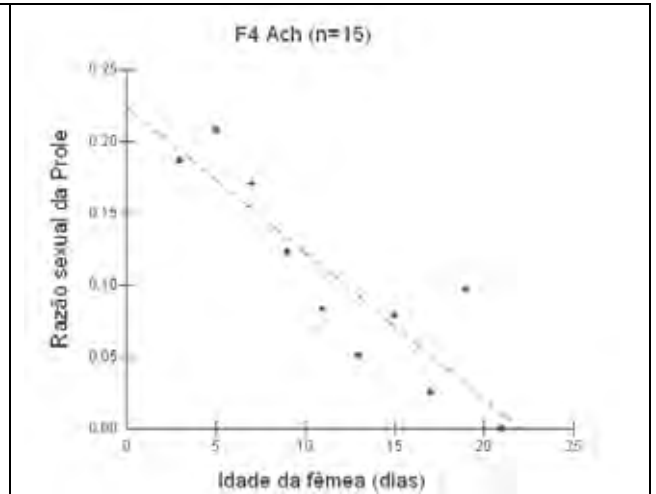


FIGURA 30. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

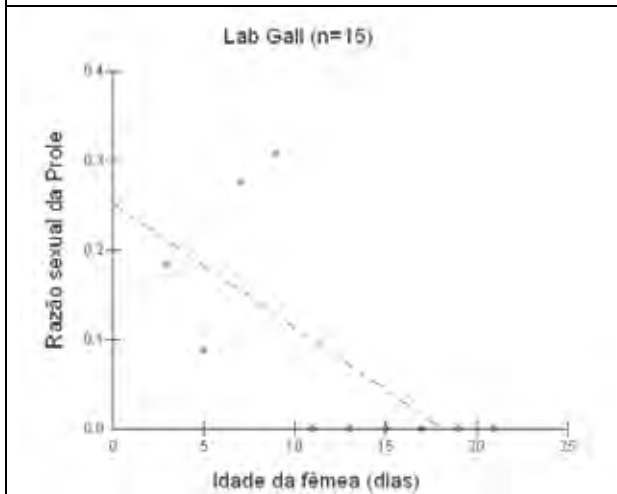


FIGURA 31. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

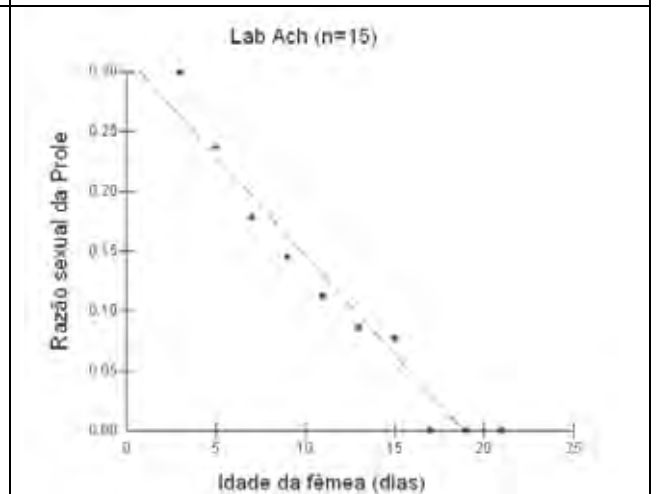


FIGURA 32. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

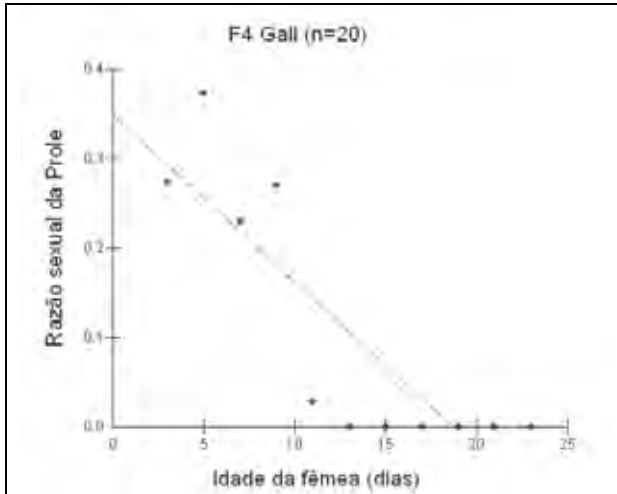


FIGURA 33. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

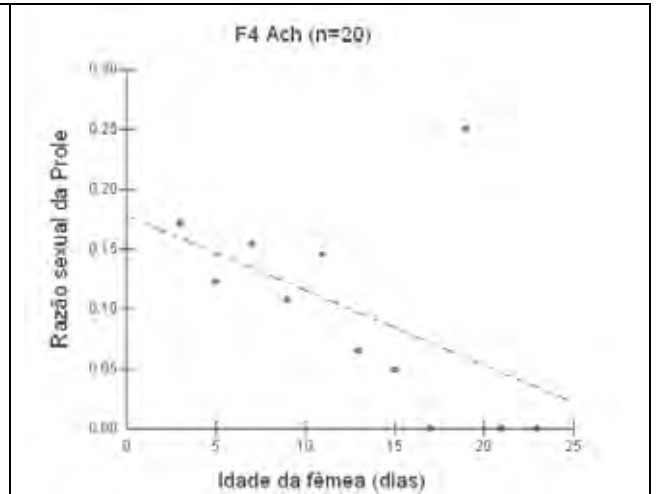


FIGURA 34. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de campo e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

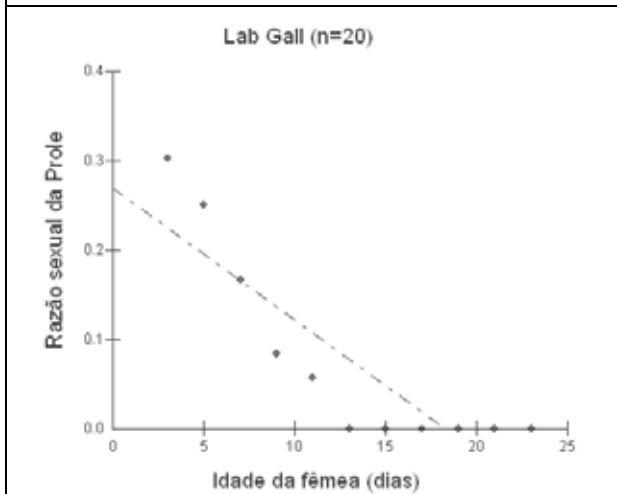


FIGURA 35. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

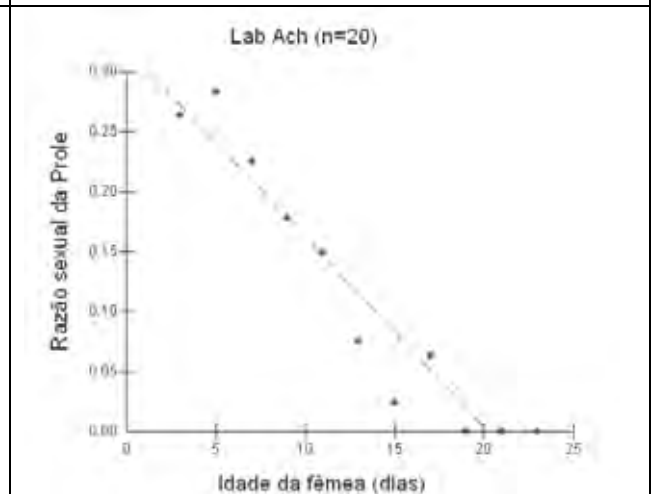


FIGURA 36. Análise de correlação de Pearson entre as idades das fêmeas parentais de *A. galleriae* da população de laboratório e a razão sexual das proles emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

DISCUSSÃO

O período reprodutivo das fêmeas adultas de *A.galleriae* pode ser dividido em três fases distintas (MENDEL *et al.*, 1987): (I) período de pré-oviposição; (II) platô de fecundidade e (III) declínio da fecundidade. O período de pré-oviposição inicia-se assim que a fêmea do parasitóide emerge e termina com a primeira oviposição. O platô de fecundidade corresponde ao período de máxima fecundidade, e termina quando as fêmeas do parasitóide já ovipositaram aproximadamente 60% dos ovos. O período de declínio da fecundidade tem início quando mais de 60% da capacidade reprodutiva da fêmea foi alcançado, prolongando-se até a sua morte. O período de pré-oviposição em *A. galleriae* é praticamente inexistente devido à reprodução proovigênica (UÇKAN & GÜLEL, 2000; UÇKAN *et al.*, 2004), pois assim que emerge, a fêmea do parasitóide está apta para copular. O mesmo foi observado para *Apanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae) (CARDONA & OATMAN, 1971). O platô de fecundidade variou em função da densidade e espécie de hospedeiro e da linhagem do parasitóide considerada.

No geral, analisando-se as quatro densidades utilizadas na presente pesquisa, observou-se que para a população de campo criada em lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* (F4 Gall e F4 Ach), o período de maior fecundidade compreendeu até o sétimo dia de vida da fêmea do parasitóide, enquanto que para as fêmeas da população de laboratório criadas em ambos os hospedeiros (Lab Gall e Lab Ach), o referido período foi até o quinto dia de vida. A fase de declínio de fertilidade foi muito variável entre os tratamentos, mas, no geral, teve início quando as fêmeas tinham 11 dias de idade e terminou quando elas morreram.

Assim, observa-se que a fecundidade, ou seja, a capacidade das fêmeas do parasitóide em realizar posturas nas lagartas hospedeiras está intimamente relacionada à idade da fêmea do parasitóide. O período de maior produtividade de

descendentes, no geral, compreendeu até o quinto dia de vida fêmea do parasitóide. Este fato fora anteriormente relatado para *A. dignus* por Cardona & Oatman (1971) e para *A. galleriae* por Uçkan *et al.* (2003, 2004), demonstrando que na primeira metade da vida da fêmea do parasitóide a prole gerada apresentou maior proporção de parasitóides fêmeas. Em várias espécies de parasitóides o pico de produção de descendentes geralmente ocorre nos primeiros dias de vida, como foi observado em *Glyptapanteles muesebecki* e *G. flavicoxis* (Hymenoptera: Braconidae) (FOERSTER *et al.*, 1999; FUESTER *et al.*, 2003), *Allorhagas pyrolophagus* (Hymenoptera: Braconidae) (HARBISON *et al.*, 2001) e *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) (GÜNDÜZ & GÜLEL, 2005).

Na produção massal de parasitóides utilizados nos programas de controle biológico é importante salientar que as fêmeas são os organismos realmente efetivos, já que somente elas realizam o parasitismo, cabendo aos machos a função de fecundação. Assim sendo, é desejável a otimização da prole, para a obtenção de um maior número possível de descendentes fêmeas. Analisando os dados apresentados na Tabelas 6, 7, 8 e 9, observa-se que o maior número de descendentes fêmeas foi produzido por fêmeas matrizes com idade correspondente ao platô de fecundidade (até sete dias de vida, para as densidades de 5 e 10 lagartas/fêmea e até 5 dias de vida, para as densidades de 15 e 20 lagartas/fêmea do parasitóide), enquanto que para as mães com idade superior, o número de descendentes fêmeas diminuiu drasticamente, independentemente da densidade e do grupo considerado (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach). O mesmo fato fora anteriormente relatado por Medeiros *et al.* (2000) e Uçkan *et al.* (2003, 2004). À medida que a fêmea matriz envelhece, o número de hospedeiros parasitados é reduzido (HARBISON *et al.*, 2001; UÇKAN & GÜLEL, 2002; FUESTER *et al.*, 2003; DAMIENS *et al.*, 2003) e a razão sexual da prole tende para um maior número de descendentes machos (SANTOLAMAZZA-CARBONE *et al.*, 2007; FUESTER *et al.*, 2008). Nesta pesquisa a taxa de produção de descendentes fêmeas decaiu bem antes do que a de descendentes machos, conforme pode ser observado nas Tabelas 6 a 9, o que está de acordo com os dados obtidos por Mendel *et al.* (1987), para o parasitóide *Anastatus semiflavidus* (Hymenoptera: Eupelmidae).

A redução da taxa de postura das fêmeas do parasitóide estaria relacionada à senescência, diminuição de suas atividades fisiológicas, número de ovos depositados e capacidade de parasitismo. Vários artigos apontam que a idade da

fêmea do parasitóide é um dos principais fatores para a queda no número de descendentes (GÜNDOZ & GÜLEL, 2005; SANTOLAMAZZA-CARBONE *et al.*, 2007) e, conseqüentemente, o conteúdo nutricional e o tamanho dos ovos (fertilizados ou não) produzidos pela fêmea do parasitóide diminuem devido à redução de alguns recursos necessários para a sua formação, causada pela queda das atividades fisiológicas da fêmea matriz. Além disso, também pode ocorrer uma redução no número de espermatozóides armazenados na espermateca ou uma diminuição de sua taxa de viabilidade nas fêmeas mais senis ou, ainda, o funcionamento deficiente das glândulas da espermateca (WONG *et al.*, 1990; GIRON & CASAS, 2003). Uçkan & Gülel (2002) e Uçkan *et al.* (2003) demonstraram que a fecundidade de *A. galleriae* não é alterada pela espécie de lagarta hospedeira (*A. grisella* ou *G. mellonella*), não havendo grandes diferenças histológicas ou morfológicas nos sistemas reprodutivos dos parasitóides emergidos dos dois hospedeiros. Além disso, a perda ou desgaste das sensilas presentes na extremidade do ovipositor poderia afetar a fecundidade da fêmea, já que por meio dessas estruturas sensoriais ela consegue avaliar as qualidades nutricionais e fisiológicas das lagartas hospedeiras, para então decidir se realizará ou não o parasitismo e, caso o faça, se depositará um ovo fertilizado ou não fertilizado.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que a eficiência de parasitismo foi variável e dependeu da densidade de lagartas hospedeiras oferecidas às fêmeas de *A. galleriae*. A eficiência de parasitismo foi maior para as densidades de 5 e 10 lagartas/fêmea do parasitóide. A capacidade máxima de parasitismo foi registrada para os parasitóides da população de campo (42,59%) e de laboratório (49,60%), para as densidades de 5 e 10 lagartas hospedeiras/fêmea, respectivamente. A eficiência máxima de parasitismo registrada para *A. dignus* foi de 31,3% (CARDONA & OATMAN, 1971). As menores taxas de parasitismo obtidas para as duas linhagens (campo e laboratório) foram 21,95% e 32%, para as densidades de 20 e 15 lagartas/fêmea, respectivamente. No geral, os parasitóides da população de laboratório foram mais eficientes do que os da população de campo, independentemente da densidade de lagartas hospedeiras submetidas ao parasitismo, conforme pode ser observado na Tabela 5. Os valores referentes à capacidade máxima de parasitismo registrados na presente pesquisa são menores do que os obtidos por Zacarin *et al.* (2004 b). A capacidade máxima de parasitismo registrada na presente pesquisa foi de 49,60 %, valor muito aquém do obtido pelos

autores acima citados (97,1%). Uma possível explicação para as diferenças observadas nos resultados obtidos nos dois trabalhos envolveria a densidade de lagartas hospedeiras oferecidas ao parasitismo, bem como a idade das fêmeas parasitóides utilizadas. Nos experimentos realizados neste trabalho foram usadas fêmeas de várias faixas etárias e a taxa de parasitismo diminuiu gradativamente à medida que elas envelheceram. Por outro lado, Zacarin e colaboradores utilizaram fêmeas que estavam na fase reprodutiva, que compreende o platô de fecundidade, ou seja, a época de fertilidade máxima das fêmeas. Este período termina quando as fêmeas do parasitóide já ovipositaram aproximadamente 60% dos ovos produzidos (MENDEL *et al.*, 1987). Além disso, a razão sexual obtida no presente trabalho foi menor quando comparada aos dados obtidos por Zacarin *et al.* (2004 b). Uma possível explicação para as diferenças observadas nos dois trabalhos decorre do fato de que a produção de descendentes e a proporção de fêmeas da prole diminuem acentuadamente com a idade da fêmea matriz, conforme foi demonstrado por Medeiros *et al.* (2000), Harbison *et al.* (2001), Uçkan & Gülel (2002), Damiens *et al.* (2003) e Fuester *et al.* (2003). Também foi relatado que em outras espécies de parasitóides a razão sexual da prole obtida durante a fase do platô de fecundidade é desviada para um aumento no número de descendentes fêmeas, enquanto que na fase referente ao declínio de fecundidade, a razão sexual tende para uma maior proporção de descendentes machos (MENDEL *et al.*, 1987; UÇKAN & GÜLEL, 2002; FUESTER *et al.*, 2008). Gündüz & Gülel (2005) relataram que sob condições de laboratório a razão sexual da prole de *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) tendeu para machos, independentemente da espécie de lagarta hospedeira considerada (*Ephesia kuehniella* ou *G. mellonella*).

Independentemente de sua origem (população de campo ou de laboratório), as fêmeas de *Apanteles galleriae* parasitaram quatro vezes e meia mais lagartas de *A. grisella* do que de *G. mellonella*. Este comportamento particular já havia sido anteriormente observado por Zacarin *et al.* (2004 a), que constataram que em 67% dos casos *A. galleriae* prefere parasitar lagartas de *A. grisella*, quando lagartas das duas espécies hospedeiras são oferecidas simultaneamente às fêmeas do parasitóide.

CONCLUSÕES

A maior eficiência de parasitismo registrada para a população de campo foi 42,59% enquanto que para a de laboratório foi de 49,60%, para as densidades de 5 e 10 lagartas hospedeiras/fêmea, respectivamente.

O teste de diferença de proporções indicou que a eficiência de parasitismo dos parasitóides da população de laboratório foi significativamente maior em relação à registrada para a população de campo, independentemente da densidade de hospedeiros. Além disso, as lagartas de *A. grisella* foram 4,5 vezes mais parasitadas do que as de *G. mellonella*, independentemente da origem do parasitóide e da densidade de hospedeiros submetidos ao parasitismo.

Houve influência da idade materna no número de parasitóides produzidos nos quatro grupos experimentais, para as quatro densidades utilizadas na pesquisa.

Registrou-se correlação negativa entre a idade materna e as proporções sexuais das proles dos quatro grupos experimentais, nas quatro densidades de hospedeiros avaliadas, ou seja, o número de parasitóides e a razão sexual das proles geradas pelas fêmeas de *A. galleriae* foram significativamente menores à medida que as mães se tornaram mais velhas.

As fêmeas do parasitóide são de grande importância no controle dos organismos-praga, já que apenas elas realizam o parasitismo. Portanto, nos programas de controle biológico, é desejável um incremento no número de descendentes fêmeas. Assim sendo, recomenda-se o uso de fêmeas matrizes de *A. galleriae* da linhagem de laboratório, com até sete dias de vida, e de lagartas de *A. grisella* como hospedeiras, na densidade de 5 a 10 lagartas/fêmea. Um método alternativo seria o uso de fêmeas de *A. galleriae* com até 5 dias de idade e lagartas de *A. grisella* na densidade de 15 a 20 lagartas/fêmea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M.; AYRES-JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 4.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil de Mamirauá; Brasília: CNPq; 2005. 324p.
- BAMBARA, S. B.; AMBROSE, J. T. The parasites of the greater wax moth, *Galleria mellonella* observed in North Carolina. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 121, n. 2, p. 104-105, 1981.
- CARDONA, C.; OATMAN, E. R. Biology of *Apanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), a primary parasite of the tomato pinworm. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 64, n. 5, p. 996-1007, 1971.
- CARDOSO, C. Exportação de mel cresce 400%: Brasil se beneficiou com a queda do real e problema com produtores. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 9 de Fev. de 2003. Suplemento Dinheiro, Caderno B, p. 4.
- CEPEDA-APONTE, O. I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; VELTHUIS, H. H. W. Lesser wax moth *Achroia grisella*: first report for stingless bees and new capture method. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 41, n. 3-4, p. 107-108, 2002.
- CHARRIÈRE, J. D.; IMDORF, A. **Protection of honey combs from moth damage**. Liebefeld: Swiss Bee Research Centre. Federal Dairy Research Station. Communication nº 24, 1997. 16 p.
- CRISTOBAL, V. L. Novedades entomológicas: *Apanteles galleriae*. **Labor. C. Est. Univ. Nac. La Plata**, Buenos Aires, v. 20, n. 10, 1937.

DAMIENS, D.; BRESSAC, C.; CHEVRIER, C. The effect of age on sperm stock and egg laying in the parasitoid wasp, *Dinarmus basalis*. **J. Insect Sci.**, Madison, v. 22, n. 3, p. 1-5, 2003.

DE SANTIS, L. Sobre as especies brasilenas del genero *Elasmus*. **Rev. Agric.**, Piracicaba, v. 39, n. 2, p. 89-92, 1964.

EISCHEN, F. A.; RINDERER, T. E.; DIETZ, A. Nocturnal defensive responses of Africanized and European honey bees to the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.). **Anim. Behav.**, Oxford, v. 34, p. 1070-1077, 1986.

FOERSTER, L. A.; DOETZER, A. K.; AVANCINI, M. R. F. Capacidade reprodutiva e longevidade de *Glyptapanteles muesebecki* (Blanchard) (Hymenoptera: Braconidae) parasitando lagartas de *Pseudaletia sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae). **An. Soc. Entomol. Brasil.**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 485-490, 1999.

FUESTER, R. W.; SWAN, K. S.; DUNNING, K.; TAYLOR, P. B.; RAMASESIIIIAII, G. Male-biased sex ratios in *Glyptapanteles flavicoxis* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 96, n. 4, p. 553-559, 2003.

FUESTER, R. W.; SWAN, K.S.; TAYLOR, P. B.; RAMASESIIIIAII, G. Effects of parent age at mating on reproductive response of *Glyptapanteles flavicoxis* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 101, n. 4, p. 1140-1145, 2008.

GIRON, D.; CASAS, J. Mothers reduce egg provisioning with age. **Ecol. Lett.**, Oxford, v. 6, p. 273-277, 2003.

GUERRA, M. S. **Bionomia das traças de cera *Galleria mellonella* L. e *Achroia grisella*. F. no município de Piracicaba - São Paulo**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1973.

GÜNDÜZ, E. A.; GÜLEL, A. Investigation of fecundity and sex ratio in the parasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) in relation to parasitoid age. **Turk. J. Zool.**, Ankara, v. 29, p. 291-294, 2005.

HARBISON, J. L.; LEGASPI, J. C.; FABRITIUS, S. L.; SALDAÑA, R. R.; LEGASPI Jr, B. C.; ENKEGAARD, A. Effects of age and host number on reproductive biology of *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera: Braconidae) attacking the Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Environ. Entomol.**, Lanham, v.39, n, 1, p. 129-135, 2001.

IBRAHIM, S. H. A preliminary study on a new parasite of the wax moth *Galleria mellonella* L. **Agric. Res. Rev.**, Giza, v. 58, n. 1, p. 311-315, 1980.

LANE, S. D.; MILLS, N. J.; GETZ, W. M. The effects of parasitoid fecundity and host taxon on the biological control of insect pests: the relationship between theory and data. **Ecol. Entomol.**, Oxford, v. 24, p. 181-190, 1999.

MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; LEMOS, W. P.; ZANUNNCIO, J. C. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **J. Appl. Ent.**, Berlin, v. 124, p. 319-324, 2000.

MENDEL, M. J.; SHAW, P. B.; OWENS, J. C. Life-history characteristics of *Anastatus semiflavus* (Hymenoptera: Eupelmidae), an egg parasitoid of the range caterpillar, *Hemileuca oliviae* (Lepidoptera: Saturniidae) over a range of temperature. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 16, n. 5, p. 1035-1041, 1987.

NIELSEN, R. A.; BRISTER, D. The greater wax moth: adult behavior. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 70, n. 1, p. 101-103, 1977.

NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae)**. 2ª ed. São Paulo: Ed.Chácaras e Quintais, 1970. 365 p.

OERTEL, E. Greater wax moth develops on bumble bee cells. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 56, p. 543-544, 1963.

SANTOLAMAZZA-CARBONE, S.; NIETO, M. P.; RIVERA, A. C. Maternal size and age affect offspring sex ratio in the solitary egg parasitoid *Anaphes nitens*. **Entomol. Exp. Appl.**, Dordrecht, v. 125, p. 23-32, 2007.

SHIMANUKI, H.; KNOX, D. A.; FURGALA, B.; CARON D. M.; WILLIAMS, J. L. Diseases and pests of honey bees. In: GRAHAM, J. M. (Ed.). **The hive and the honey bee**: a new book on beekeeping which continues the tradition of “Langstroth on the hive and the honeybee”. Hamilton: Dadant & Sons, 1993. p. 1083-1151.

UÇKAN, F.; ERGIN, E.; AYAZ, F. Modelling age- and density-structured reproductive biology and seasonal survival of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae). **JEN.**, Berlin, v. 128, n. 6, p. 407-413, 2004.

UÇKAN, F.; ERGIN E.; SINAN, S.; SAK, O. Morphology of the reproductive tract and ovariole histology of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae) reared on two host species. **Pak. J. Biol. Sci.**, Lahore, v.6, n. 16, p. 1389-1395, 2003.

UÇKAN, F.; GÜLEL, A. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.: Braconidae)’nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri. (“Effects of host species on some biological characteristics of *Apanteles galleriae* Wilkinson”) (Hym.: Braconidae). **Turk. J. Zool.**, Ankara, v. 24, p. 105-113, 2000.

_____. Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Hym., Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym., Pteromalidae). **J. Appl. Entomol.**, Berlin, v. 126, p. 534-537, 2002.

WILKINSON, D. S. Four new *Apanteles* (Hym: Braconidae). **Stylops**, Paris, v.1, n. 6, p.139-144, 1932.

WILLIAMS, J. L. Status of the greater wax moth, *Galleria mellonella*, in the United States beekeeping industry. **Am. Bee J.**, Hamilton, v.116, p. 524-526, 1976.

WONG, T. T. Y.; RAMADAN, M. M.; MICINI, D. O.; MOCHIZUKI, N. Influence of cohort age and host age on oviposition activity and offspring sex ratio of *Biosteres*

tryoni (Hym.: Braconidae), a larval parasitoid of *Ceratitis capitata* (Dip: Tephritidae). **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 83, p. 779-783, 1990.

ZACARIN, G. G. **Avaliação dos processos interativos entre *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae)**, 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

ZACARIN, G. G.; GOBBI, N.; CHAUD-NETTO, J. Preferência de *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) por *Galleria mellonella* (L.) ou *Achroia grisella* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 65-70, 2004 a.

ZACARIN, G. G.; GOBBI, N.; CHAUD-NETTO, J. Capacidade reprodutiva de fêmeas de *Apanteles galleriae* (Hymenoptera, Braconidae) em lagartas de *Galleria mellonella* e *Achroia grisella* (Lepidoptera, Pyralidae) criadas com dietas diferentes. **Iheringia, Série Zool.**, Porto Alegre, v. 94, n. 2, p. 139-147, 2004 b.

Avaliação da longevidade e curva de sobrevivência do endoparasitóide *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) de população natural e da população mantida em laboratório

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi comparar as longevidades e as curvas de sobrevivências dos descendentes de *Apanteles galleriae* de uma população de campo e de uma população mantida em laboratório, em lagartas de 5º instar de *G. mellonella* e de 6º instar de *A. grisella*, para verificar se a origem dos parasitóides, a espécie hospedeira, a densidade de hospedeiros e o sexo dos parasitóides obtidos podem afetar a longevidade. Lagartas dos dois hospedeiros foram oferecidas a fêmeas de *A. galleriae* de uma população mantida sob condições controladas (população de laboratório) e fêmeas provenientes de uma população obtida de amostras de casulos coletados em apiários de Rio Claro e Araras, SP, Brasil (população de campo). Os parasitóides de cada população foram criados durante quatro gerações consecutivas. Dois parasitóides machos e uma fêmea, emergidos no mesmo dia e da mesma espécie de hospedeiro, foram transferidos para frascos de 30 mL, para propiciar o acasalamento. Cada recipiente foi identificado com uma etiqueta contendo a data de emergência dos parasitóides, a população de origem, a espécie hospedeira na qual foram criados e a densidade de lagartas oferecidas ao parasitismo (5, 10, 15 e 20 lagartas/fêmea do parasitóide). Ao todo foram realizados 480 testes, sendo diariamente registradas as longevidades mínima e máxima dos parasitóides submetidos ao acasalamento. Os dados obtidos nos experimentos foram comparados por meio de análise gráfica, utilizando-se o software Graph-Pad Prism 4.0. As curvas de sobrevivência foram analisadas pelo Log-Rank Teste. A significância das diferenças entre os valores de longevidade foi avaliada pelos testes de Kruskal-Wallis e de Dunn. Uma análise de covariâncias multifatorial (ANCOVA) foi aplicada aos dados para testar os efeitos da população, espécie hospedeira e densidade de hospedeiros, sobre a longevidade dos parasitóides. Independentemente da origem dos parasitóides, os machos geralmente

apresentaram valores de longevidade ligeiramente superiores aos das fêmeas, para os mesmos tratamentos. A análise conjunta das curvas de sobrevivência, comparando-se os dados de longevidade máxima registrados para cada densidade utilizada, indicou que os valores obtidos para os parasitóides da população de campo (F4) foram significativamente maiores em relação aos da população de laboratório (Lab). Além disso, os parasitóides criados em lagartas de *A. grisella* foram mais longevos que os emergidos de *G. mellonella*. Considerando a densidade de lagartas hospedeiras oferecidas às fêmeas matrizes, os valores de sobrevivência máxima e mediana mais elevados foram registrados para a densidade 5 (36 e 20,5 dias, respectivamente). Neste caso, quanto menor foi a densidade de lagartas hospedeiras, maior foi o valor de sobrevivência e a mediana obtidos para a prole. As maiores longevidades (36, 33 e 32 dias) foram registradas para os machos da população de campo emergidos de *A. grisella* (F4 Ach Machos), para as densidades de 5, 20 e 15 lagartas hospedeiras/fêmea matriz, respectivamente. O valor obtido para as fêmeas da mesma população, emergidas de *G. mellonella* (F4 Gall Fêmeas), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea, foi um pouco menor. O resultado do Log-Rank Teste obtido na comparação das curvas de sobrevivência dos parasitóides dos diferentes tratamentos foi altamente significativo ($X^2 = 350,8$; $p < 0,0001$; g.l. = 31). Os dados referentes à longevidade máxima dos parasitóides obtidos nos grupos experimentais, para cada densidade de hospedeiros considerada, foram comparados e os resultados obtidos no teste de Kruskal-Wallis indicaram diferença significativa. O teste *a posteriori* de Dunn indicou as diferenças significativas entre os pares comparados, para cada densidade. Na análise dos dados de longevidade dos parasitóides, as interações significativas indicadas pela ANCOVA foram: População X Densidade ($F = 5,47$; $p = 0,017$) e Hospedeiro X Densidade ($F = 44,71$; $p < 0,001$). A longevidade dos parasitóides da população de campo descendentes das fêmeas que parasitaram lagartas oferecidas nas densidades D_5 , D_{10} e D_{15} foi praticamente constante, enquanto que para a D_{20} , houve uma queda significativa na longevidade dos parasitóides obtidos. Para a população de laboratório, o efeito da densidade de lagartas hospedeiras foi mais acentuado. As densidades D_5 e D_{10} tiveram a mesma influência sobre a longevidade dos parasitóides. Contudo, houve uma redução significativa de longevidade para os parasitóides entre D_{10} e D_{15} , seguida de um ligeiro aumento nos valores obtidos entre D_{15} e D_{20} . Assim sendo, considerando os resultados obtidos na pesquisa,

recomenda-se que na criação massal de *A. galleriae* para programas de controle biológico das traças-da-cera sejam utilizados parasitóides da população de campo criados em lagartas de *A. grisella* (F4 Ach), na proporção de 5 a 10 lagartas hospedeiras por fêmea matriz, pois as proles dessa população apresentaram as maiores longevidades e melhores medianas de sobrevivência.

Palavras-Chave: *Apanteles galleriae*, Longevidade, Densidade de Hospedeiros, *Achroia grisella*, *Galleria mellonella*.

ABSTRACT: The objective of this work was to compare the longevity and the survival curves of *Apanteles galleriae* offspring from a wild population and a population maintained under laboratory conditions, in 5th instar *Galleria mellonella* and 6th instar *Achroia grisella* caterpillars, checking if the lineage of the parasitoids, the host species, the density of caterpillars and the sex of the parasitoids can affect the longevity of offspring. Caterpillars of both host species were offered to *A. galleriae* females of a population kept under controlled conditions (laboratory population), and females of a wild population obtained from samples of cocoons collected in apiaries of Rio Claro and Araras, SP, Brazil (field population). The parasitoids of each population were reared by four consecutive generations. Two males and a female emerged on the same day and from the same host species were transferred to a 30 mL vial, in order to allow mating. Each vial was identified with a label containing the day of emergency, the population, the host species and the density of caterpillars submitted to parasitism (5, 10, 15 and 20 hosts/female parasitoid). A total of 480 tests were accomplished, and the minimum and maximum longevity for the parasitoids used in each mating were recorded every day. The results were compared through graphic analysis, by using the Graph-Pad Prism 4.0 software. The survival curves were analyzed by the Log-Rank Test. The significance of the differences among the longevity values were analyzed by Kruskal-Wallis' and Dunn's tests. An ANCOVA was applied to the data in order to determine the effects of the population, host species and density of caterpillars on offspring longevity. The males generally presented slightly superior values of longevity in relation to the females, for the same treatments, independently of the origin of the parasitoids. The global analysis of the survival curves, comparing the data of maximum longevity recorded for each density, indicated that parasitoids from field population (F4) lived

more than the laboratory ones (Lab). Furthermore, the parasitoids reared in *A. grisella* caterpillars lived more than those emerged from *G. mellonella*. Considering the density of caterpillars offered to the females, the higher values of maximum survival and median were recorded for density D₅ (36 and 20.5 days, respectively). In this case, the lower the host density, the higher the offspring survival and the median obtained. The highest longevities (36, 33 and 32 days) were registered for males of field population emerged from *A. grisella* caterpillars (F4 Ach Males), for densities D₅, D₂₀ and D₁₅ hosts/female, respectively. For density D₁₀, the value recorded for females of the same population emerged from *G. mellonella* (F4 Gall Females) was slightly lower. The result of the Log-Rank Test used to compare the survival curves of parasitoids obtained in the different treatments was highly significant ($X^2 = 350.8$; $p < 0.0001$; g.l. = 31). The data of maximum longevity for parasitoids recorded in the experimental groups were compared and the Kruskal-Wallis' test indicated a significant value for each density of caterpillars used. The Dunn's test *a posteriori* indicated significant differences between the pairs compared, for each density analyzed. In the multifactorial analysis of covariance for the longevity data (ANCOVA) the significant interactions indicated were: Population X Density ($F = 5.47$; $p = 0.017$) and Host X Density ($F = 44.71$; $p < 0.001$). In the field population the longevity of parasitoids produced by females which parasitized caterpillars offered in the densities D₅, D₁₀ and D₁₅ was practically constant, while for D₂₀, there was a significant decrease in the longevity of the parasitoids. In the laboratory population the effect of caterpillars' density was stronger. The densities D₅ and D₁₀ had the same influence on the longevity of the parasitoids. Nevertheless, it was noted a significant reduction in parasitoid's longevity between D₁₀ and D₁₅, followed by a slight increase in the values recorded between D₁₅ and D₂₀. Therefore, considering the results obtained in this research, in *A. galleriae* massal rearing for programs of biological control of wax moths it is recommended the use of parasitoids from field population reared in *A. grisella* caterpillars (F4 Ach), in proportion of 5 to 10 hosts/female, because the offspring of this population presented higher longevities and better median values.

KEY WORDS: *Apanteles galleriae*, Longevity, Host Density, *Achroia grisella*, *Galleria mellonella*.

INTRODUÇÃO

Algumas espécies de mariposas consomem os produtos apícolas (mel, cera e pólen) e, entre elas, podem ser citadas *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) e *Achroia grisella* (Fabricius, 1754) (Lepidoptera: Pyralidae), além de várias espécies de traças que primariamente são pragas de produtos armazenados, como *Plodia interpunctella*, *Anagasta kuehniella* e *Vitula edmandsae serratilineella* (WHITFIELD & CAMERON, 1993; WILLIAMS, 1997). Em algumas regiões de clima subtropical, tanto *A. grisella* quanto *G. mellonella* são o segundo fator de prejuízo econômico, superado apenas pelos danos causados pela Cria-Pútrida-Americana (BAMBARA & AMBROSE, 1981).

Acredita-se que *G. mellonella* tenha se originado na região sudoeste da Ásia e que sua distribuição cosmopolita estaria associada à circulação de colônias de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), com as quais os seus estágios imaturos mantêm uma relação parasítica (EISCHEN *et al.*, 1986; SHIMANUKI *et al.*, 1993). A infestação pelas traças-da-cera *A. grisella* e *G. mellonella* pode ocorrer pela deposição direta dos ovos nos favos, ou por migração de lagartas de ínstaes iniciais para as colônias vizinhas, onde não ocorreram oviposições. Após a eclosão, as lagartas começam a se alimentar de mel, pólen, néctar e posteriormente da cera dos favos (NIELSEN & BRISTER, 1977).

Apanteles galleriae é um endoparasitóide solitário das traças-da-cera e as primeiras indicações de seu uso foram feitas na década de 30 (WILKINSON, 1932; CRISTOBAL, 1937), enquanto que no Brasil sua ocorrência foi registrada na primeira metade da década de 60 (DE SANTIS, 1964). O parasitóide apresenta três ínstaes larvais e o indivíduo adulto não apresenta período de pré-oviposição, podendo copular logo após a emergência (UÇKAN & GÜLEL, 2000). A fêmea deposita um ovo por lagarta de *G. mellonella* entre o 3º e o 6º ínstar, sendo que a melhor razão sexual geralmente é obtida para a prole emergida de lagartas de quinto ínstar

(RIBEIRO, 1994, 2000). Para *A. grisella* os ínstares preferenciais à postura do parasitóide são o 5º e o 6º (FADEL, 1993).

Para que os programas de controle biológico sejam bem sucedidos é necessário conhecer algumas características biológicas do agente controlador de pragas. Assim, a longevidade dos machos e fêmeas do parasitóide é um dos fatores de fundamental importância para o controle eficaz das traças-da-cera, pois quanto maior é a sobrevivência da fêmea, mais tempo ela terá para localizar e explorar novos habitats à procura de hospedeiros adequados à postura, podendo, conseqüentemente, aumentar o número de lagartas parasitadas.

Estudos anteriores apontam a ocorrência de diversos fatores que afetam a longevidade dos parasitóides. Ibrahim (1980) verificou que a longevidade de *Apanteles* sp. foi de 1,47 dias para os machos e de 2,10 dias para as fêmeas, quando estes não receberam recursos alimentares. Contudo, quando os parasitóides foram alimentados com uma solução de mel e pólen, as longevidades registradas foram 24,47 e 28,37 dias, respectivamente. Cardona & Oatman (1971) relataram que a longevidade de machos e fêmeas de *Apanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), desprovidos de alimento, variou de 1,2 dias para machos a 1,1 dias para fêmeas. Para os parasitóides alimentados, os valores registrados foram 13,6 e 10,2 dias, respectivamente. Além da fonte alimentar oferecida aos parasitóides, a qualidade da dieta ingerida pelos hospedeiros também afetou a sobrevivência da prole dos parasitóides. Quando lagartas de *A. grisella* e *G. mellonella* foram alimentadas com favos escuros (portanto, ricos em pólen) os valores de sobrevivência foram 40,86 e 43,46 dias para machos e fêmeas do parasitóide, respectivamente, enquanto que para os parasitóides emergidos das lagartas providas com uma fonte alimentar de menor valor nutritivo (favos novos e sem pólen) as longevidades foram de 14,52 dias e 16,80 dias para machos e fêmeas (UÇKAN & ERGIN, 2002).

A temperatura ambiental, o sexo e o fato de o parasitóide ter ou não copulado também afetam a longevidade (MCDOUGALL & MILLS, 1997; UÇKAN & GÜLEL, 2000, 2002). Além desses fatores, a sobrevivência pode ser afetada pela atividade de parasitismo, conforme foi demonstrado por Foerster *et al.* (1999). Os referidos autores observaram que fêmeas de *Glyptapanteles muesebecki* (Hymenoptera: Braconidae) que parasitaram lagartas de *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera:

Noctuidae) viveram em média 8,4 dias, enquanto que a longevidade daquelas que não realizaram parasitismo foi de 20,6 dias.

O objetivo da presente pesquisa foi comparar as longevidades e as curvas de sobrevivências dos descendentes machos e fêmeas obtidos a partir das posturas realizadas por fêmeas do parasitóide *Apanteles galleriae*, da população de campo e da mantida em laboratório, em lagartas de *Achroia grisella* e *Galleria mellonella*, observando se a origem dos parasitóides (população considerada), a espécie hospedeira (*A. grisella* ou *G. mellonella*), a densidade de lagartas da espécie da qual emergiram (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras oferecidas ao parasitismo para cada fêmea do parasitóide) e o sexo dos parasitóides obtidos podem afetar a longevidade.

MATERIAL E MÉTODOS

CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO PARASITÓIDE E SEUS HOSPEDEIROS

Criações de *G. mellonella* e *A. grisella* foram mantidas em uma sala climatizada e sem luminosidade (25-29 °C e 65 ± 5% U.R.), em condições semelhantes às observadas em colméias de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). As lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* foram mantidas em recipientes de alumínio de 7,5 cm de altura e 16,5 cm de diâmetro, com tampas dotadas de tela metálica com malha de 12 mm², sendo alimentadas com uma dieta padronizada (modificada de GUERRA, 1973), contendo os seguintes ingredientes: fubá - 192,6 g, pó de levedura de cerveja - 94 g, farinha de soja - 80,2 g, leite em pó desnatado - 48,2 g, favo de abelhas - 47 g, mel - 236 g e glicerina - 208 g.

No interior dos recipientes de criação, que continham as mariposas, foram inseridas tiras de papel com dobras paralelas para a deposição dos ovos (ZACARIN, 1999). Os aglomerados de ovos contidos nas tiras de papel foram recortados três vezes por semana, sendo transferidos para um recipiente plástico de 252 cm³, contendo 40 gramas de favo de abelhas e 50 gramas de dieta padronizada. Estes recipientes foram mantidos em uma câmara climatizada regulada para 30 ± 2 °C e 55 ± 5,0 % U.R, por um período de 20 dias, sendo então introduzidos nos recipientes de criação de lagartas de cada espécie, nos quais permaneceram até atingirem a fase adulta, quando então foram transferidos para a sala climatizada.

Um estereomicroscópio dotado de ocular micrométrica foi utilizado para selecionar as lagartas de 5º instar de *G. mellonella* e de 6º instar de *A. grisella*. Para a determinação dos instares das lagartas hospedeiras, mediu-se a largura de suas cápsulas cefálicas. Os intervalos de tamanho de cada instar, para ambas as espécies, foram determinados segundo os padrões descritos por Guerra (1973).

Os parasitóides da população de laboratório (Lab) foram criados por 4 gerações consecutivas, sempre na mesma espécie de lagarta hospedeira (*A. grisella* ou *G. mellonella*). Após a emergência, os parasitóides foram transferidos para

frascos de material acrílico de 30 ml, vedados com tampa plástica vazada revestida de filó. Em cada frasco foram introduzidos dois parasitóides machos e uma fêmea, emergidos no mesmo dia e criados na mesma espécie hospedeira, a fim de garantir a ocorrência de fecundação. A alimentação era constituída de uma dieta à base de solução aquosa de mel e pólen (ZACARIN *et al.*, 2004). A cada fêmea do parasitóide, fecundada e com 2 a 5 dias de idade, foram oferecidas 10 lagartas da mesma espécie da qual a fêmea emergiu, dispostas em uma placa de Petri de 10 cm de diâmetro. As lagartas permaneceram na placa de Petri por uma hora, para que fossem parasitadas pela fêmea de *A. galleriae*. Após esse tempo, a fêmea do parasitóide foi devolvida ao frasco de origem e as lagartas receberam dieta “*ad libidum*”. Em seguida, as placas foram transferidas para uma câmara climatizada mantida a 30 ± 2 °C e $55 \pm 5,0$ % U.R., onde permaneceram até a emergência dos parasitóides. O mesmo método acima descrito foi utilizado para as densidades de 5, 15 e 20 lagartas hospedeiras dispostas em cada placa de Petri. Desse modo, foram estabelecidas as populações do parasitóide de laboratório, criadas em lagartas de *A. grisella* (Lab Ach) e *G. mellonella* (Lab Gall). Uma parte dos parasitóides emergidos foi utilizada para a manutenção da população estoque e a outra na condução dos experimentos.

Para o estabelecimento da população de campo (F4), casulos de parasitóides selvagens foram coletados em favos infestados por lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, provenientes de apiários dos municípios de Rio Claro e Araras, SP. Esses casulos foram introduzidos em frascos de vidro. Após a emergência, machos e fêmeas foram submetidos às mesmas condições experimentais anteriormente descritas.

AVALIAÇÃO DA LONGEVIDADE E CURVA DE SOBREVIVÊNCIA DE *Apanteles galleriae*

Os frascos contendo os dois parasitóides machos e uma fêmea, emergidos da mesma espécie de lagarta hospedeira (*G. mellonella* ou *A. grisella*) foram devidamente identificados com uma etiqueta contendo a data de emergência dos parasitóides, a população de origem (F4 ou Lab), a espécie do hospedeiro (*G. mellonella* ou *A. grisella*) e a densidade de lagartas oferecidas ao parasitismo (5, 10,

15 ou 20 lagartas/fêmea do parasitóide). Para cada conjunto experimental, foram realizados 10 ensaios, com três réplicas cada um, totalizando 480 ensaios.

Os parasitóides foram alimentados diariamente com uma solução aquosa de mel e pólen. Foram registradas as longevidades (mínima, máxima e mediana) dos parasitóides, em relação à população de origem (população de laboratório – Lab ou de campo – F4), sexo do parasitóide, espécie de lagarta utilizada como hospedeira (*G. mellonella* ou *A. grisella*) e densidade de lagartas hospedeiras das quais os parasitóides emergiram (5, 10, 15 ou 20 lagartas oferecidas ao parasitismo, a cada fêmea de *A. galleriae*).

Os valores de longevidade máxima dos parasitóides foram comparados por meio de análise gráfica, utilizando-se o software Graph-Pad Prism 4.0. Posteriormente foi aplicado o teste não-paramétrico Log-Rank Teste, para comparar as várias curvas de sobrevivência obtidas (MOTULSKY, 1995). Empregou-se uma análise não-paramétrica (Teste Kruskal-Wallis) e o teste de Dunn, contidos no programa BioEstat 4.0 (AYRES *et al.*, 2005), para testar a significância das diferenças entre os valores de longevidade registrados para os parasitóides dos diferentes grupos, em relação à população de origem, à espécie hospedeira na qual eles se desenvolveram e às quatro densidades de lagartas utilizadas nos experimentos realizados. Devido à limitação inerente ao programa Graph-Pad Prism em apontar quais das interações analisadas eram significativas, aplicou-se uma análise de covariância multifatorial (ANCOVA), contida no programa estatístico Statistica 7.0, aos dados obtidos na pesquisa. Na mencionada análise considerou-se como variável dependente a longevidade máxima dos parasitóides obtidos nos diferentes tratamentos (em dias).

RESULTADOS

Na Figura 37 é apresentado o resultado da curva de sobrevivência dos parasitóides obtidos para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea matriz. Observa-se que as maiores longevidades foram registradas para os parasitóides machos da população de campo cujos hospedeiros foram lagartas de *A. grisella* (F4 Ach M= 36 dias), seguidos pelos parasitóides machos da população de laboratório oriundos de lagartas de *A. grisella* (Lab Ach M= 30 dias) e, posteriormente, pelas fêmeas dos parasitóides da população de campo e de laboratório criadas em lagartas de *A. grisella* (F4 Ach F e Lab Ach F= 28 dias). A longevidade máxima dos machos da população de campo criados em lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall M) foi de 24 dias, enquanto que o valor máximo registrado para as fêmeas da população de campo e de laboratório emergidas da mesma espécie de hospedeiro (F4 Gall F e Lab Gall F) foi de 21 dias. A longevidade máxima registrada para os parasitóides machos da população de laboratório criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall M) foi de 19 dias. Observa-se que os valores máximos de sobrevivência dos machos foram ligeiramente superiores aos obtidos para as fêmeas dos mesmos tratamentos, exceto no caso dos parasitóides da população de laboratório criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall). Neste caso, a longevidade dos machos foi inferior à obtida para as fêmeas (19 e 21 dias, respectivamente). O resultado do Log-Rank Teste obtido na comparação das curvas de sobrevivência dos parasitóides dos diferentes tratamentos foi significativo ($X^2 = 98,57$; $P < 0,0001$; g.l.= 7). A Tabela 11 contém os resultados da análise estatística realizada. Nota-se que os parasitóides da população de campo apresentaram valores máximos de sobrevivência e medianas de sobrevivência superiores aos obtidos para os representantes da população de laboratório.

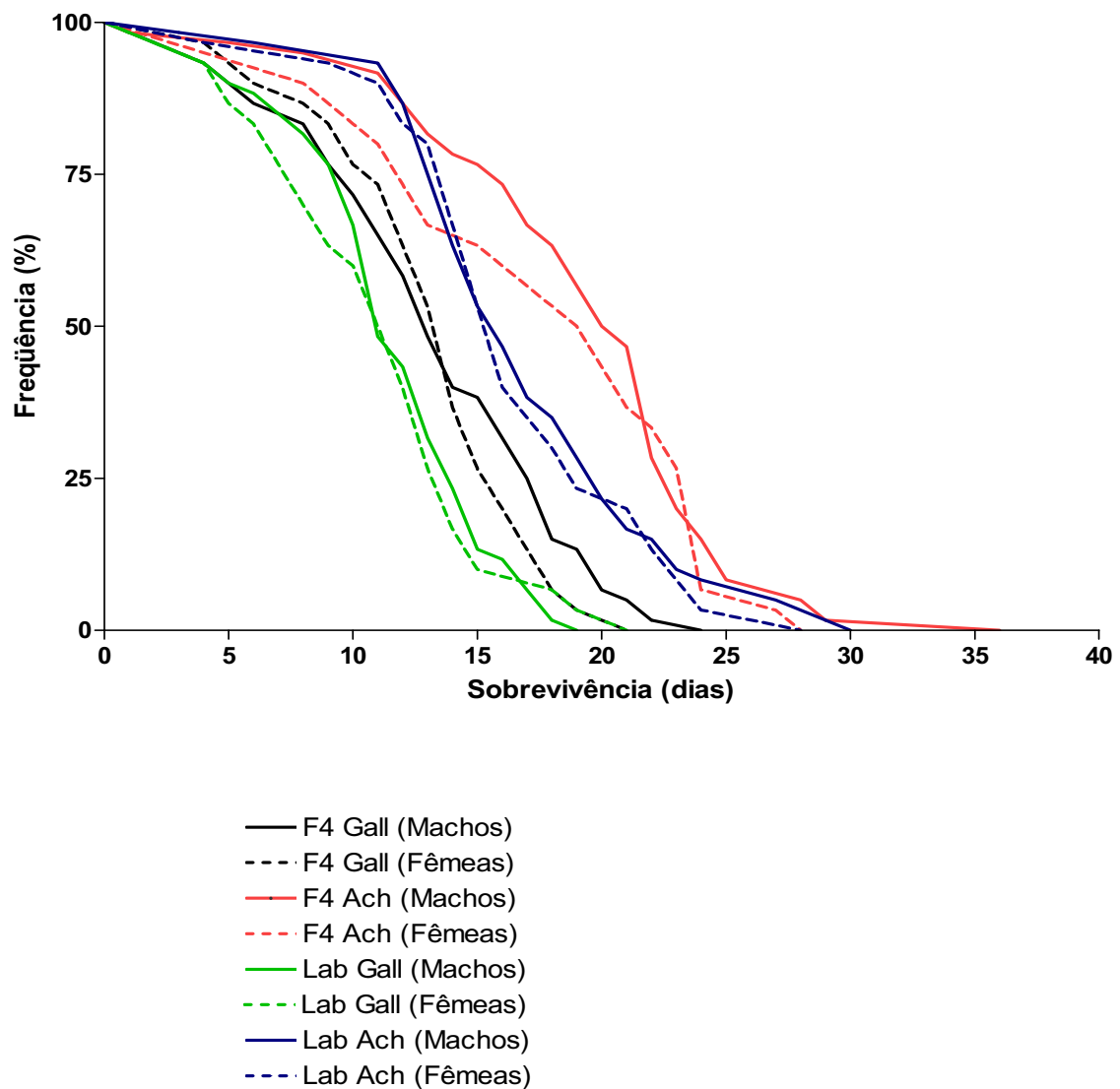


Figura 37. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Tabela 11. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e lagartas de *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

	F4 Gall (Machos)	F4 Gall (Fêmeas)	F4 Ach (Machos)	F4 Ach (Fêmeas)	Lab Gall (Machos)	Lab Gall (Fêmeas)	Lab Ach (Machos)	Lab Ach (Fêmeas)
Valor Mínimo de Sobrevivência	2	4	1	8	1	4	3	4
Valor Máximo de Sobrevivência	24	21	36	28	19	21	30	28
Mediana	13	14	20,5	19,5	11	11,5	16	16
Valor obtido no Log-Rank Teste	$X^2 = 98,57$ g.l. = 7 $P < 0,0001^{**}$							

****** Indica valor altamente significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Nas proles obtidas para a densidade de 10 lagartas hospedeiras por fêmea matriz, as maiores longevidades foram registradas para os parasitóides da população de campo, cujos hospedeiros foram lagartas de *G. mellonella* (29 dias para machos e fêmeas), seguidos pelas fêmeas da população de campo, emergidas de *A. grisella* (F4 Ach F= 27 dias), pelos descendentes machos e fêmeas da população de laboratório emergidos do mesmo hospedeiro (Lab Ach= 25 dias), pelos machos da população de campo cujos hospedeiros foram *A. grisella* e pelas fêmeas da população de laboratório emergidas de *G. mellonella*, ambos com 24 dias de longevidade máxima e, por último, pelos machos da população de laboratório, cujos hospedeiros foram *G. mellonella* (Lab Gall M= 21 dias) (Figura 38). O resultado do Log-Rank Teste obtido na comparação das curvas de sobrevivência dos parasitóides dos diferentes tratamentos foi significativo. A Tabela 12 contém os resultados da análise estatística realizada.

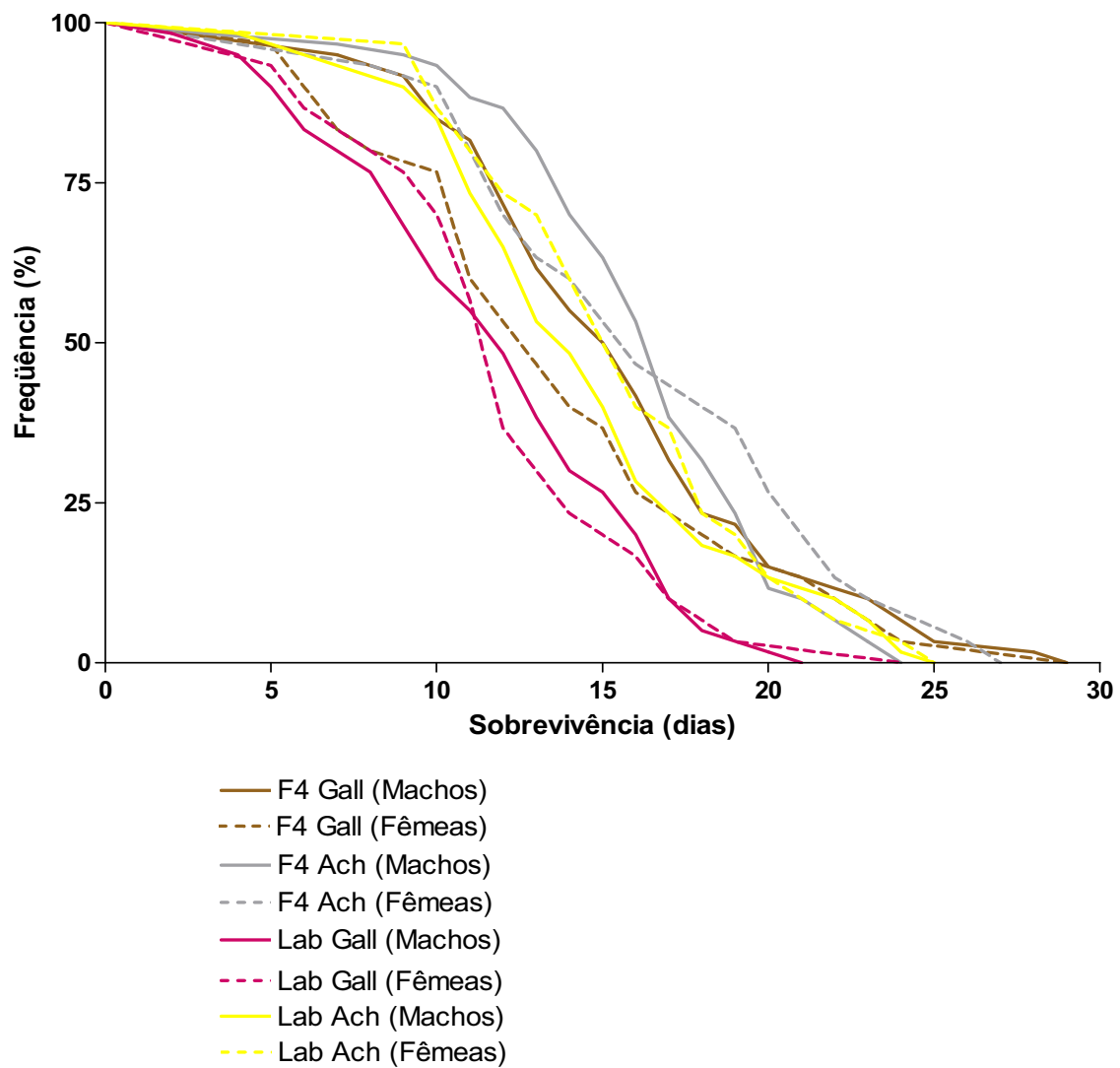


Figura 38. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Tabela 12. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

	F4 Gall (Machos)	F4 Gall (Fêmeas)	F4 Ach (Machos)	F4 Ach (Fêmeas)	Lab Gall (Machos)	Lab Gall (Fêmeas)	Lab Ach (Machos)	Lab Ach (Fêmeas)
Valor Mínimo de Sobrevivência	7	5	3	8	2	5	4	9
Valor Máximo de Sobrevivência	29	29	24	27	21	24	25	25
Mediana	15,5	13	17	16	12	12	14	15,5
Valor obtido no Log-Rank Teste	$X^2 = 35,11$ g.l. = 7 $P < 0,0001^{**}$							

** Indica valor altamente significativo ao nível de 1 % de probabilidade

As curvas de sobrevivência das proles de *A. galleriae* obtidas para a densidade de 15 lagartas hospedeiras para cada fêmea são apresentadas na Figura 39. As maiores longevidades foram registradas para os parasitóides da população de campo, cujos hospedeiros foram lagartas de *A. grisella* (32 dias para os machos e 27 para as fêmeas). Em seguida vieram os valores obtidos para os machos da população de campo, emergidos de *G. mellonella* (26 dias) e para as fêmeas da população de laboratório, cujos hospedeiros foram lagartas da traça-menor (21 dias). A maior longevidade registrada para as fêmeas da população de campo criadas em lagartas de *G. mellonella* foi 20 dias. Para os machos da população de laboratório emergidos da mesma espécie de hospedeiro registrou-se 19 dias, enquanto que para os machos de laboratório emergidos de *A. grisella* e para as fêmeas da mesma linhagem, porém criadas em lagartas de *G. mellonella*, registrou-se 17 dias de longevidade máxima. O resultado do Log-Rank Teste obtido na comparação das curvas de sobrevivência dos parasitóides dos diferentes tratamentos foi significativo. A Tabela 13 contém os resultados da análise estatística realizada.

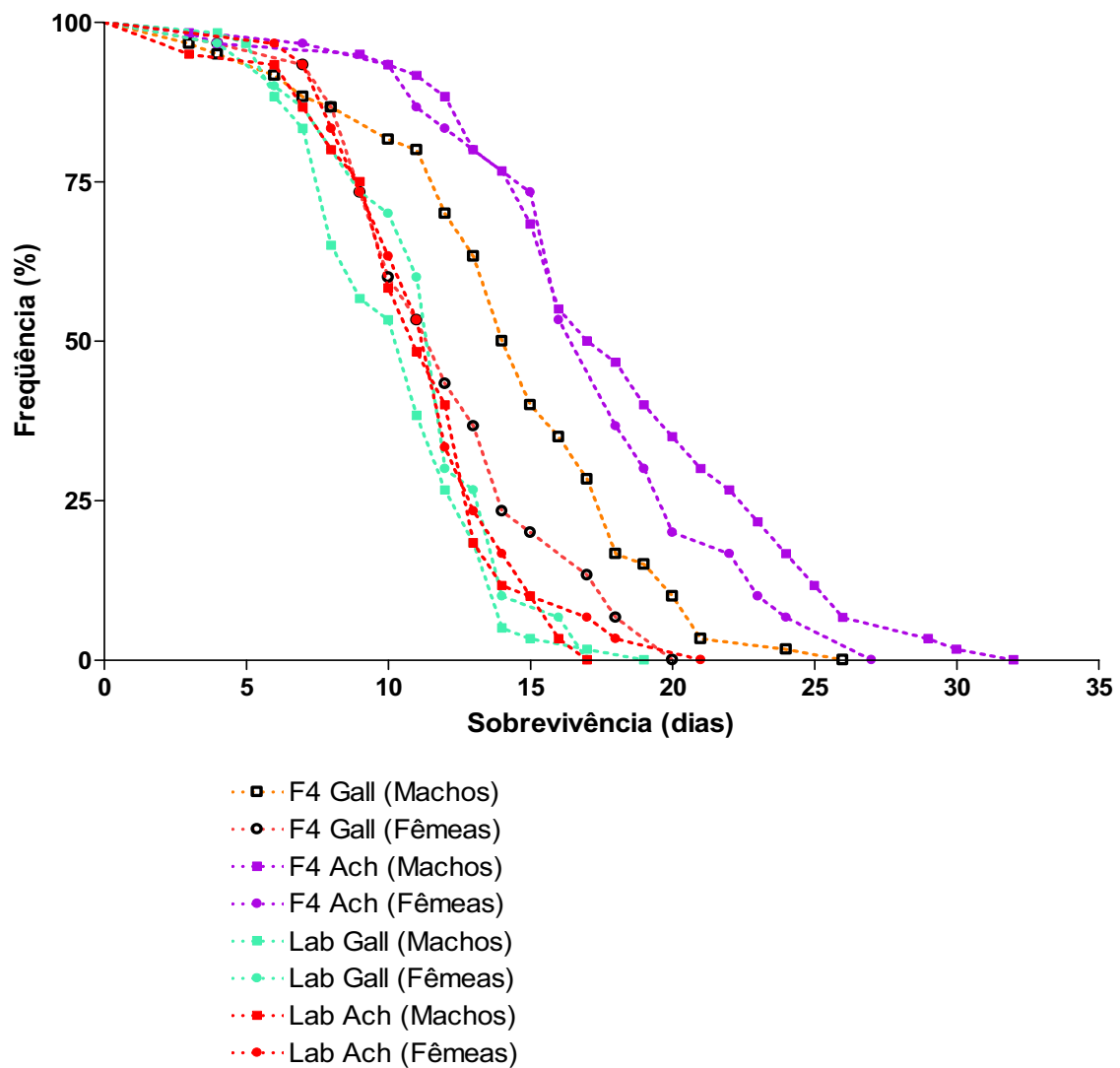


Figura 39. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Tabela 13. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

	F4 Gall (Machos)	F4 Gall (Fêmeas)	F4 Ach (Machos)	F4 Ach (Fêmeas)	Lab Gall (Machos)	Lab Gall (Fêmeas)	Lab Ach (Machos)	Lab Ach (Fêmeas)
Valor Mínimo de Sobrevivência	3	4	3	7	4	4	3	6
Valor Máximo de Sobrevivência	26	20	32	27	19	17	17	21
Mediana	14,5	12	17,5	18	11	12	11	12
Valor obtido no Log-Rank Teste	$X^2 = 106,4$ g.l. = 7 $P < 0,0001^{**}$							

****** Indica valor altamente significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Para a densidade de 20 lagartas hospedeiras, as maiores longevidades foram registradas para os parasitóides machos da população de campo, cujos hospedeiros foram lagartas de *A. grisella* (33 dias) e para as fêmeas da população de campo, criadas em lagartas de *G. mellonella* (25 dias), vindo a seguir os machos desta mesma população, que se desenvolveram na mesma espécie hospedeira (24 dias). As longevidades máximas registradas para as fêmeas da população de campo emergidas da traça-menor e para os machos da linhagem de laboratório emergidos da traça-maior foram 21 e 20 dias, respectivamente. Para os machos e fêmeas desta última linhagem, criados em lagartas de *A. grisella*, e para as fêmeas da mesma linhagem, oriundas de *G. mellonella*, obteve-se 18 dias de longevidade máxima (Figura 40).

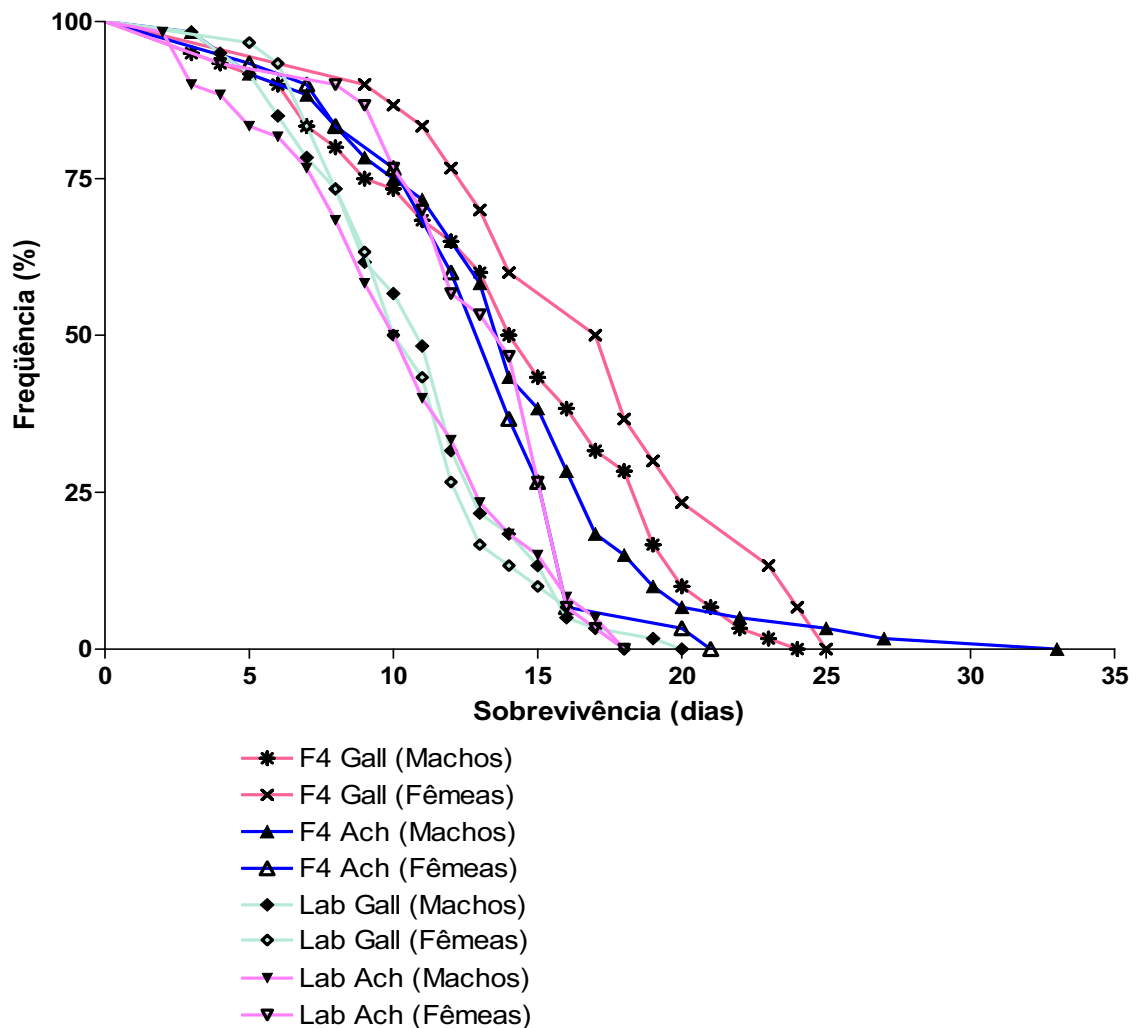


Figura 40. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

O resultado do Log-Rank Teste obtido na comparação das curvas de sobrevivência dos parasitóides dos diferentes tratamentos foi significativo. A tabela 14 contém os resultados da análise estatística realizada.

Tabela 14. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

	F4 Gall (Machos)	F4 Gall (Fêmeas)	F4 Ach (Machos)	F4 Ach (Fêmeas)	Lab Gall (Machos)	Lab Gall (Fêmeas)	Lab Ach (Machos)	Lab Ach (Fêmeas)
Valor Mínimo de Sobrevivência	3	9	3	5	3	5	2	4
Valor Máximo de Sobrevivência	24	25	33	21	20	18	18	18
Mediana	14,5	17,5	14	14	11	10,5	10,5	14
Valor obtido no Log-Rank Teste	$X^2 = 55,43$ g.l. = 7 $P < 0,0001^{**}$							

****** Indica valor altamente significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Pela análise conjunta das curvas de sobrevivência, comparando-se os valores registrados para cada densidade analisada (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide), representadas na Figura 41, observa-se que os valores de longevidade registrados para os parasitóides da população de campo (F4) foram significativamente maiores em relação aos da população de laboratório (Lab). Além disso, os parasitóides criados em lagartas de *A. grisella* foram mais longevos que os emergidos de *G. mellonella*.

Observa-se que, independentemente da origem dos parasitóides, os machos geralmente apresentaram valores ligeiramente superiores aos das fêmeas, para os mesmos tratamentos. No tocante à densidade de lagartas hospedeiras oferecidas às fêmeas matrizes, nota-se que os valores de sobrevivência máxima e mediana mais elevados foram registrados para a densidade 5 (36 e 20,5 dias, respectivamente). Neste caso, quanto menor foi a densidade de lagartas hospedeiras, maior foi o valor de sobrevivência e a mediana obtidos para a prole.

As maiores longevidades (36, 33 e 32 dias) foram registradas para os machos da população de campo emergidos de *A. grisella* (F4 Ach Machos), para as densidades de 5, 20 e 15 lagartas hospedeiras/fêmea matriz, respectivamente. Logo a seguir vem o valor obtido para os machos da população de laboratório, emergidos

de *A. grisella* (Lab Ach Machos= 30 dias), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea (Tabela 15).

O resultado do Log-Rank Teste obtido na comparação das curvas de sobrevivência dos parasitóides dos diferentes tratamentos foi significativo ($X^2=350,8$; $P < 0,0001$; g.l.= 31). A Tabela 15 contém os resultados da análise estatística realizada. Nota-se que os valores máximos de sobrevivência e as medianas foram maiores para os parasitóides da população de campo.

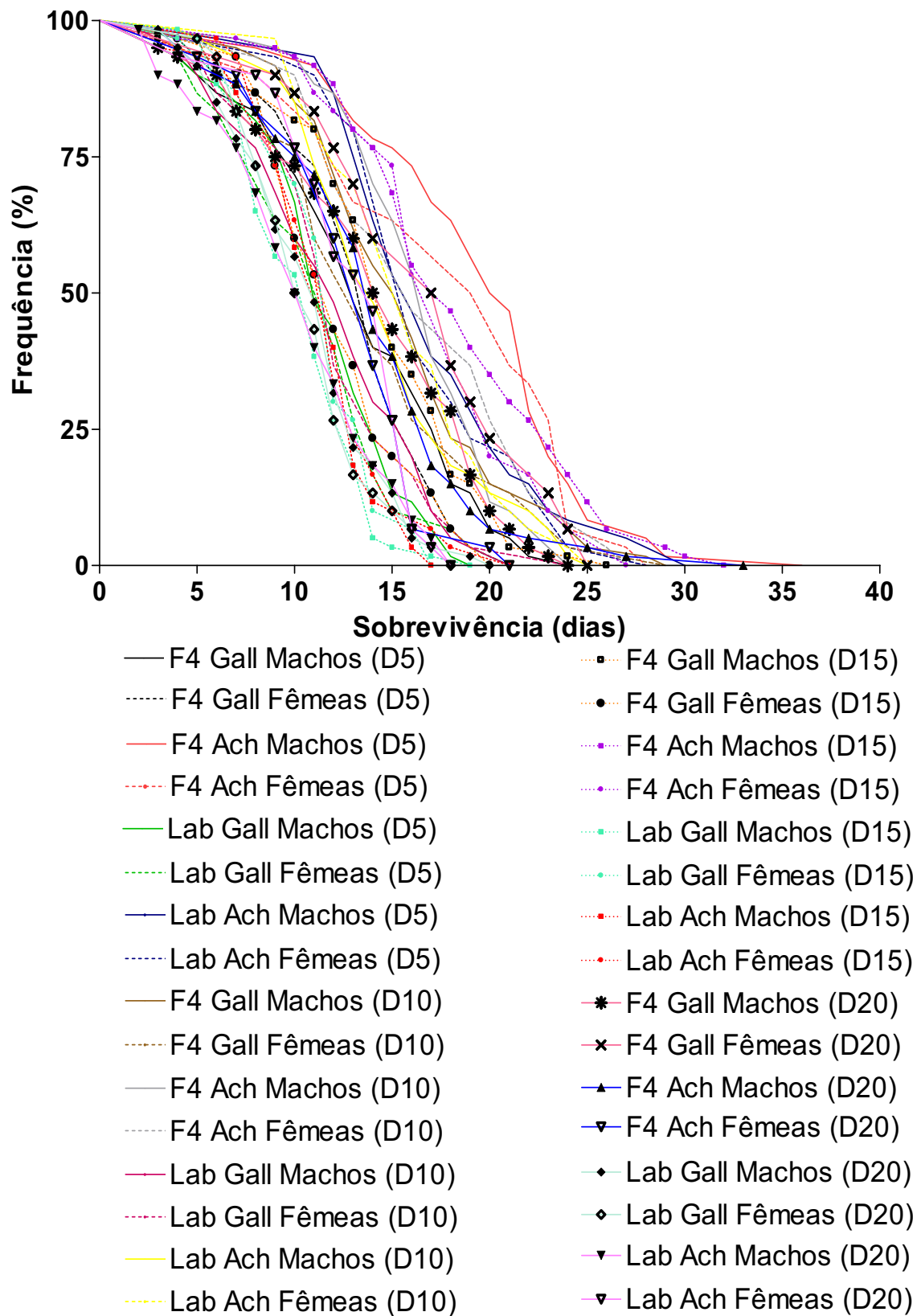


Figura 41. Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo, obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e da população de laboratório, criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Tabela 15. Resultado da análise estatística comparativa dos dados referentes à sobrevivência (em dias), de machos e fêmeas de *A. galleriae* da população de campo obtidos de lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos e F4 Gall Fêmeas) e lagartas de *A. grisella* (F4 Ach Machos e F4 Ach Fêmeas), e de machos e fêmeas da população de laboratório criados em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall Machos e Lab Gall Fêmeas) e *A. grisella* (Lab Ach Machos e Lab Ach Fêmeas), para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Densidade de lagartas hospedeiras					
	20	Lab Ach Fêmeas	4	18	14
		Lab Ach Machos	2	18	10,5
		Lab Gall Fêmeas	5	18	10,5
		Lab Gall Machos	3	20	11
		F4 Ach Fêmeas	5	21	14
		F4 Ach Machos	3	33	14
		F4 Gall Fêmeas	9	25	17,5
		F4 Gall Machos	3	24	14,5
	15	Lab Ach Fêmeas	6	21	12
		Lab Ach Machos	3	17	11
		Lab Gall Fêmeas	4	17	12
		Lab Gall Machos	4	19	11
		F4 Ach Fêmeas	7	27	18
		F4 Ach Machos	3	32	17,5
		F4 Gall Fêmeas	4	20	12
		F4 Gall Machos	3	26	14,5
	10	Lab Ach Fêmeas	9	25	15,5
		Lab Ach Machos	4	25	14
		Lab Gall Fêmeas	5	24	12
		Lab Gall Machos	2	21	12
		F4 Ach Fêmeas	8	27	16
		F4 Ach Machos	3	24	17
		F4 Gall Fêmeas	5	29	13
		F4 Gall Machos	7	29	15,5
	5	Lab Ach Fêmeas	4	28	16
		Lab Ach Machos	3	30	16
		Lab Gall Fêmeas	4	21	11,5
		Lab Gall Machos	1	19	11
		F4 Ach Fêmeas	8	28	19,5
		F4 Ach Machos	1	36	20,5
		F4 Gall Fêmeas	4	21	14
		F4 Gall Machos	2	24	13
		Tratamento			
		Valor Mínimo de Sobrevivência			
		Valor Máximo de Sobrevivência			
		Mediana			
		Valor obtido no Log-Rank Teste			
					$X^2 = 350,8$ g.l. = 31 $P < 0,0001^{**}$ (** Indica valor altamente significativo ao nível de 1 % de probabilidade)

Uma análise não-paramétrica (Teste Kruskal-Wallis) e posteriormente o teste de Dunn foram utilizados para testar a significância das diferenças entre os valores de longevidade máxima registrados para os parasitóides dos diferentes grupos, em relação à população de origem, à espécie hospedeira na qual eles se desenvolveram e às quatro densidades de lagartas utilizadas nos experimentos realizados.

Para as proles do parasitóide obtidas para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea, houve diferença significativa no teste de Kruskal-Wallis ($H=94,69$; $p < 0,0001$). O teste de Dunn indicou quais grupos diferiram entre si, conforme pode ser observado na Tabela 16.

Tabela 16. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea matriz

Comparações Realizadas	Dif. Postos	z calculado	p
F4 Gall M x F4 Gall F	4,09	0,176	ns
F4 Gall M x F4 Ach M	103,82	5,464	< 0,05
F4 Gall M x F4 Ach F	75,47	3,243	< 0,05
F4 Gall M x Lab Gall M	38,22	2,012	ns
F4 Gall M x Lab Gall F	406,17	1,984	ns
F4 Gall M x Lab Ach M	62,89	3,310	< 0,05
F4 Gall M x Lab Ach F	59,91	2,574	ns
F4 Gall F x F4 Ach M	107,92	4,638	< 0,05
F4 Gall F x F4 Ach F	79,57	2,961	ns
F4 Gall F x Lab Gall M	34,13	1,467	ns
F4 Gall F x Lab Gall F	42,08	1,566	ns
F4 Gall F x Lab Ach M	66,98	2,878	ns
F4 Gall F x Lab Ach F	64,00	2,381	ns
F4 Ach M x F4 Ach F	28,35	1,218	ns
F4 Ach M x Lab Gall M	142,05	7,476	< 0,05
F4 Ach M x Lab Gall F	150,00	6,446	< 0,05
F4 Ach M x Lab Ach M	40,93	2,154	ns
F4 Ach M x Lab Ach F	43,92	1,887	ns
F4 Ach F x Lab Gall M	113,70	4,886	< 0,05
F4 Ach F x Lab Gall F	121,65	4,527	< 0,05
F4 Ach F x Lab Ach M	12,58	0,541	ns
F4 Ach F x Lab Ach F	15,57	0,579	ns
Lab Gall M x Lab Gall F	7,95	0,342	ns
Lab Gall M x Lab Ach M	101,12	5,322	< 0,05
Lab Gall M x Lab Ach F	98,13	4,217	< 0,05
Lab Gall F x Lab Ach M	109,07	4,687	< 0,05
Lab Gall F x Lab Ach F	106,08	3,948	< 0,05
Lab Ach M x Lab Ach F	2,98	0,128	ns

Valor crítico de $z = 3,125$

Para os dados de longevidade máxima referentes às proles do parasitóide obtidas para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea também houve diferença significativa no teste de Kruskal-Wallis ($H = 43,25$; $p < 0,0001$). Os resultados obtidos no teste de Dunn foram incluídos na Tabela 17.

Tabela 17. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea matriz

Comparações Realizadas	Dif. Postos	z calculado	p
F4 Gall M x F4 Gall F	38,39	1,649	ns
F4 Gall M x F4 Ach M	25,65	1,350	ns
F4 Gall M x F4 Ach F	16,51	0,709	ns
F4 Gall M x Lab Gall M	71,18	3,746	< 0,05
F4 Gall M x Lab Gall F	74,39	3,197	< 0,05
F4 Gall M x Lab Ach M	19,66	1,035	ns
F4 Gall M x Lab Ach F	7,36	0,316	ns
F4 Gall F x F4 Ach M	64,04	2,752	ns
F4 Gall F x F4 Ach F	54,90	2,043	ns
F4 Gall F x Lab Gall M	32,79	1,409	ns
F4 Gall F x Lab Gall F	36,00	1,339	ns
F4 Gall F x Lab Ach M	18,73	0,805	ns
F4 Gall F x Lab Ach F	45,75	1,703	ns
F4 Ach M x F4 Ach F	9,14	0,393	ns
F4 Ach M x Lab Gall M	96,83	5,096	< 0,05
F4 Ach M x Lab Gall F	100,04	4,299	< 0,05
F4 Ach M x Lab Ach M	45,31	2,385	ns
F4 Ach M x Lab Ach F	18,29	0,786	ns
F4 Ach F x Lab Gall M	87,69	3,768	< 0,05
F4 Ach F x Lab Gall F	90,90	3,383	< 0,05
F4 Ach F x Lab Ach M	36,17	1,554	ns
F4 Ach F x Lab Ach F	9,15	0,340	ns
Lab Gall M x Lab Gall F	3,21	0,138	ns
Lab Gall M x Lab Ach M	51,52	2,712	ns
Lab Gall M x Lab Ach F	78,54	3,375	< 0,05
Lab Gall F x Lab Ach M	54,73	2,352	ns
Lab Gall F x Lab Ach F	81,75	3,042	ns
Lab Ach M x Lab Ach F	27,02	1,161	ns

Valor crítico de z = 3,125

A análise comparativa dos dados de longevidade dos parasitóides das proles obtidas para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea também indicou diferença significativa no teste de Kruskal-Wallis ($H = 115,63$; $p < 0,0001$). O teste *a posteriori* revelou quais grupos diferiram entre si (Tabela 18).

Tabela 18. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea matriz

Comparações Realizadas	Dif. Postos	z calculado	p
F4 Gall M x F4 Gall F	53,71	2,308	ns
F4 Gall M x F4 Ach M	58,14	3,060	ns
F4 Gall M x F4 Ach F	51,96	2,233	ns
F4 Gall M x Lab Gall M	97,61	5,137	< 0,05
F4 Gall M x Lab Gall F	71,96	3,092	ns
F4 Gall M x Lab Ach M	77,84	4,097	< 0,05
F4 Gall M x Lab Ach F	68,37	2,938	ns
F4 Gall F x F4 Ach M	111,85	4,806	< 0,05
F4 Gall F x F4 Ach F	105,67	3,932	< 0,05
F4 Gall F x Lab Gall M	43,90	1,886	ns
F4 Gall F x Lab Gall F	18,25	0,679	ns
F4 Gall F x Lab Ach M	24,13	1,037	ns
F4 Gall F x Lab Ach F	14,67	0,545	ns
F4 Ach M x F4 Ach F	6,18	0,266	ns
F4 Ach M x Lab Gall M	155,75	8,197	< 0,05
F4 Ach M x Lab Gall F	130,10	5,591	< 0,05
F4 Ach M x Lab Ach M	135,98	7,157	< 0,05
F4 Ach M x Lab Ach F	126,52	5,437	< 0,05
F4 Ach F x Lab Gall M	149,57	6,427	< 0,05
F4 Ach F x Lab Gall F	123,92	4,612	< 0,05
F4 Ach F x Lab Ach M	129,80	5,578	< 0,05
F4 Ach F x Lab Ach F	120,33	4,478	< 0,05
Lab Gall M x Lab Gall F	25,65	1,102	ns
Lab Gall M x Lab Ach M	19,77	1,040	ns
Lab Gall M x Lab Ach F	29,23	1,256	ns
Lab Gall F x Lab Ach M	5,88	0,253	ns
Lab Gall F x Lab Ach F	3,58	0,133	ns
Lab Ach M x Lab Ach F	9,46	0,407	ns

Valor crítico de $z = 3,125$

A comparação dos dados de longevidade referentes aos parasitóides obtidos para a densidade de 20 lagartas hospedeiras por fêmea matriz também indicou um valor significativo no teste de Kruskal-Wallis ($H = 54,27$; $p < 0,0001$). O teste de Dunn indicou quais grupos diferiram entre si, conforme pode ser observado na Tabela 19.

Tabela 19. Resultados do Teste de Dunn *a posteriori* para verificar se havia diferença significativa entre os valores de longevidade dos parasitóides obtidos para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea matriz

Comparações Realizadas	Dif. Postos	z calculado	p
F4 Gall M x F4 Gall F	48,02	2,063	ns
F4 Gall M x F4 Ach M	5,99	0,315	ns
F4 Gall M x F4 Ach F	17,57	0,755	ns
F4 Gall M x Lab Gall M	71,57	3,767	< 0,05
F4 Gall M x Lab Gall F	75,93	3,263	< 0,05
F4 Gall M x Lab Ach M	78,31	4,121	< 0,05
F4 Gall M x Lab Ach F	19,78	0,850	ns
F4 Gall F x F4 Ach M	54,01	2,321	ns
F4 Gall F x F4 Ach F	65,58	2,441	ns
F4 Gall F x Lab Gall M	119,58	5,139	< 0,05
F4 Gall F x Lab Gall F	123,95	4,613	< 0,05
F4 Gall F x Lab Ach M	126,32	5,429	< 0,05
F4 Gall F x Lab Ach F	67,80	2,523	ns
F4 Ach M x F4 Ach F	11,57	0,497	ns
F4 Ach M x Lab Gall M	65,57	3,451	< 0,05
F4 Ach M x Lab Gall F	69,94	3,005	ns
F4 Ach M x Lab Ach M	72,31	3,806	< 0,05
F4 Ach M x Lab Ach F	13,79	0,593	ns
F4 Ach F x Lab Gall M	54,00	2,321	ns
F4 Ach F x Lab Gall F	58,36	2,172	ns
F4 Ach F x Lab Ach M	60,74	2,610	ns
F4 Ach F x Lab Ach F	2,21	0,082	ns
Lab Gall M x Lab Gall F	4,36	0,188	ns
Lab Gall M x Lab Ach M	6,74	0,355	ns
Lab Gall M x Lab Ach F	51,78	2,225	ns
Lab Gall F x Lab Ach M	2,37	0,102	ns
Lab Gall F x Lab Ach F	56,15	2,090	ns
Lab Ach M x Lab Ach F	58,52	2,515	ns

Valor crítico de $z = 3,125$

Devido à limitação inerente ao programa Graph-Pad Prism em apontar quais das interações envolvendo as variáveis analisadas (população considerada, espécie hospedeira, sexo do parasitóide obtido e densidade de lagartas hospedeiras utilizada) eram significativas, aplicou-se uma análise de covariância multifatorial (ANCOVA) aos dados obtidos na pesquisa, contida no programa estatístico Statistica 7.0. Na mencionada análise considerou-se como variável dependente a longevidade máxima dos parasitóides obtidos nos diferentes tratamentos.

Inicialmente, todas as interações do modelo foram analisadas e as não significativas foram excluídas. Em seguida o modelo foi analisado novamente. As interações que forneceram resultados significativos foram População X Densidade

($F = 5,471$; $p = 0,017$) e Hospedeiro X Densidade ($F = 44,714$; $p < 0,001$), conforme pode ser observado na Tabela 20:

Tabela 20. Resultados da análise de covariância multifatorial (ANCOVA) aplicada aos valores de longevidade máxima dos parasitóides para testar a significância das interações entre as variáveis: população considerada, espécie hospedeira, sexo do parasitóide obtido e densidade de lagartas hospedeiras utilizada

Efeito	SQ	gl	QM	F	p
Intercepto	39837,14	1	39837,14	1925,926	< 0,001
POPULAÇÃO	80,28	1	80,28	3,881	0,049
HOSPEDEIRO	1895,21	1	1895,21	91,624	< 0,001
SEXO	1,00	1	1,00	0,048	0,826
DENSIDADE	625,69	1	625,69	30,249	< 0,001
POPULAÇÃO*DENSIDADE	118,76	1	118,76	5,741	0,017
HOSPEDEIRO*DENSIDADE	924,89	1	924,89	44,714	< 0,001
Resíduo	19712,49	953	20,68		

Nas figuras 42 e 43 está representada a relação entre a densidade de lagartas hospedeiras submetidas ao parasitismo e a longevidade dos parasitóides obtidos, considerando, respectivamente, a população e a espécie hospedeira utilizada. Em cada figura estão representadas as médias dos valores de longevidade e os respectivos intervalos de confiança a 95%, para cada densidade de hospedeiros considerada. Embora existam variações ao longo dos gráficos apresentados em cada figura, o efeito da densidade nos dois casos considerados foi estritamente linear.

Na figura 42 observa-se que a longevidade dos parasitóides pertencentes à população de campo foi sempre maior em relação à dos integrantes da população de laboratório, para as quatro densidades consideradas. A longevidade dos parasitóides da população de campo descendentes das fêmeas que parasitaram lagartas oferecidas nas densidades D_5 , D_{10} e D_{15} foi praticamente constante, enquanto que para a D_{20} , houve uma queda significativa na longevidade dos parasitóides obtidos. Para a população de laboratório, o efeito da densidade de lagartas hospedeiras foi mais acentuado. As densidades D_5 e D_{10} tiveram a mesma influência sobre a longevidade dos parasitóides. Contudo, houve uma redução

significativa de longevidade para os parasitóides entre D_{10} e D_{15} , seguida de um ligeiro aumento nos valores obtidos entre D_{15} e D_{20} .

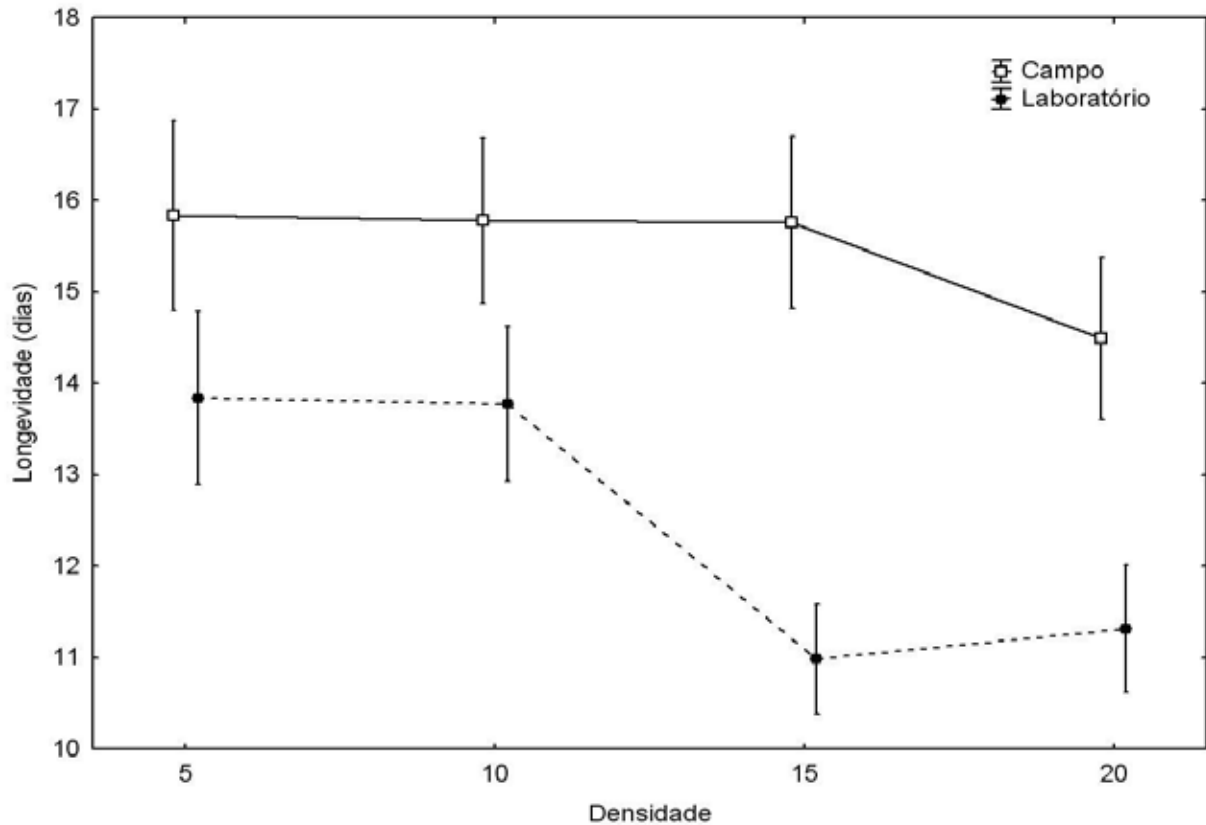


Figura 42. Análise de covariância multifatorial (ANCOVA) dos dados de longevidade máxima de machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Quando se analisa o efeito da densidade de hospedeiros sobre a longevidade dos parasitóides, considerando-se a espécie de lagarta hospedeira na qual eles foram criados, nota-se que a longevidade registrada para os parasitóides emergidos da traça-pequena foi maior do que a obtida para os parasitóides que se desenvolveram em lagartas da traça-maior. Também pode ser observado que para os que emergiram de *A. grisella* o gráfico obtido apresenta uma inclinação negativa, ou seja, a longevidade dos parasitóides diminuiu acentuadamente à medida que aumentou a densidade de lagartas oferecidas ao parasitismo (Fig. 43). No que se refere aos parasitóides emergidos de *G. mellonella*, a inclinação da reta é positiva entre as densidades D_5 e D_{10} , bem como entre D_{15} e D_{20} , mas negativa entre D_{10} e D_{15} . Neste caso, o efeito da densidade de hospedeiros na longevidade dos parasitóides foi muito pequeno (uma variação de aproximadamente 1 dia entre as

densidades D_5 e D_{20}), apesar de os valores de longevidade serem sensivelmente inferiores em relação aos registrados para os parasitóides emergidos de *A. grisella*. Praticamente só houve diferença de longevidade entre os parasitóides emergidos de *G. mellonella* e *A. grisella* para as densidades D_5 , D_{10} e D_{15} . Para a densidade D_{20} , a longevidade dos parasitóides emergidos da traça-maior foi ligeiramente superior à registrada para os que emergiram da traça-menor (Fig. 43).

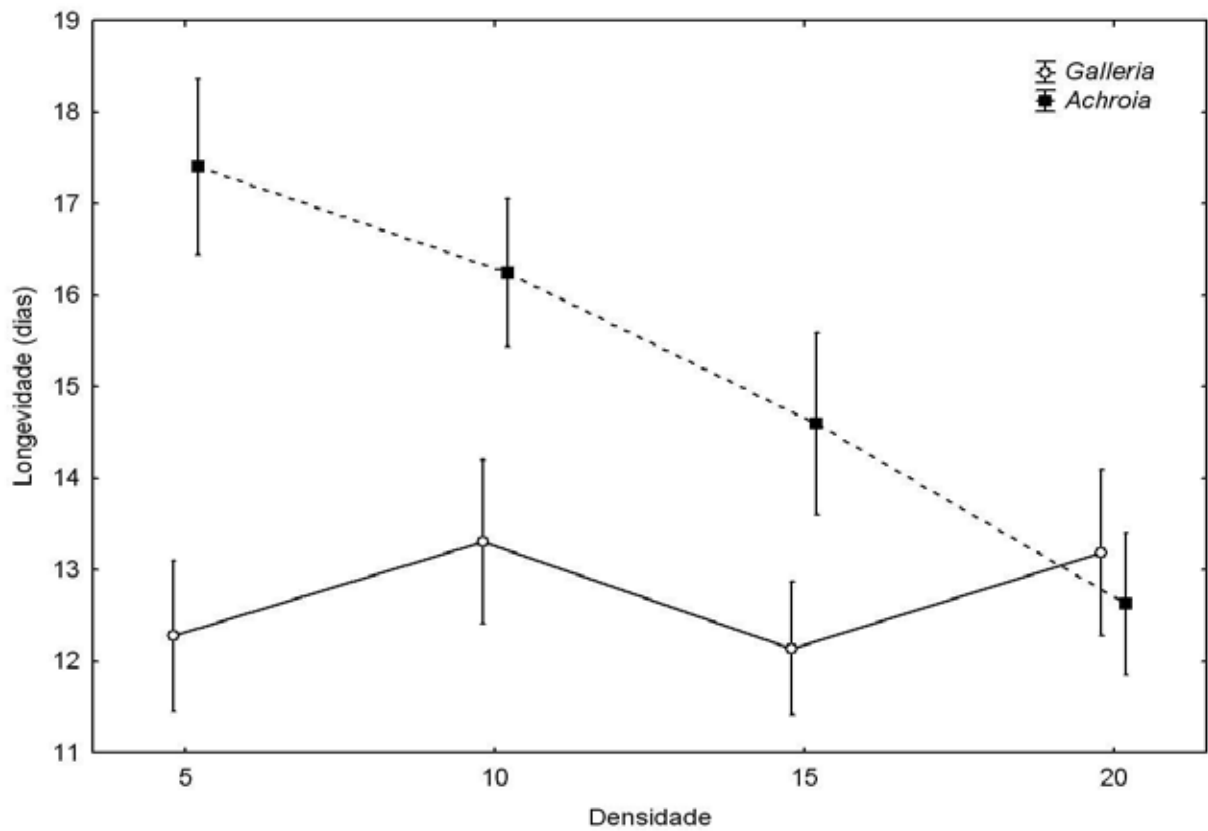


Figura 43. Análise de covariância multifatorial (ANCOVA) dos dados de longevidade máxima de machos e fêmeas de *A. galleriae* emergidos de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

DISCUSSÃO

Nos programas de Controle Biológico, é interessante realizar a seleção de linhagens de parasitóides que sejam mais eficientes no controle dos organismos pragas. Assim, o sucesso de um parasitóide depende de um hospedeiro adequado para a postura, da razão sexual da prole (UÇKAN & GÜLEL, 2002), da sobrevivência e desenvolvimento de sua progênie (HEBERT & CLOUTIER, 1990), da qualidade do hospedeiro (HARVEY *et al.*, 2000; UÇKAN & GÜLEL, 2002, ZACARIN *et al.*, 2004), além do número de ovos postos pelo parasitóide, do tempo gasto na procura de hospedeiros, da abundância de hospedeiros e presença de hiperparasitóides (UÇKAN & GÜLEL, 2002). A fecundidade e a razão sexual são afetadas pelos fatores qualitativos e quantitativos da nutrição ou por fatores ambientais durante o período de desenvolvimento larval (UÇKAN & GÜLEL, 2002). Além dos fatores acima citados, é de suma importância a longevidade dos parasitóides machos e principalmente das fêmeas, pois elas são os agente efetivos do controle de pragas, já que realizam a atividade de parasitismo e, conseqüentemente, controlam a população dos organismos praga. Aos parasitóides machos, cabe a imprescindível tarefa de fecundar as fêmeas.

Estudos anteriores revelaram que a longevidade de *A. galleriae* é afetada por diversos fatores, como o tipo de alimento oferecido às lagartas hospedeiras (UÇKAN & ERGIN, 2002; ZACARIN *et al.*, 2004) e aos parasitóides (IBRAHIM, 1980; ZACARIN *et al.*, 2004), a sazonalidade (UÇKAN & GÜLEL, 2000; UÇKAN *et al.*, 2004), pelo sexo do parasitóide considerado (UÇKAN *et al.*, 2004) e a exposição a piretróides (ERGIN *et al.*, 2007).

Zacarin *et al.* (2004) observaram que a longevidade dos parasitóides emergidos de lagartas de *G. mellonella* variou de 20 a 29 dias para os machos e de 26 a 34 dias para fêmeas, quando as lagartas hospedeiras foram alimentadas com dieta padrão e os parasitóides parentais com solução de mel e pólen. Segundo Ibrahim (1980), as longevidades médias registradas para machos e fêmeas

alimentados com solução aquosa de mel e pólen foram 22,17 e 28,37 dias, respectivamente. Uçkan & Ergin (2002) relataram que a longevidade também foi afetada pela qualidade do alimento oferecido aos hospedeiros e variou de 1 a 14 dias para os machos e de 8 a 12 dias para as fêmeas, que emergiram de lagartas cujo alimento foi favo puro, enquanto que para os parasitóides emergidos de lagartas que receberam alimento de melhor qualidade (favos escuros e pólen), os valores registrados para os machos variaram de 31 a 54 dias, e de 21 a 61 dias para as fêmeas.

Os valores das longevidades mínima e máxima obtidas na presente pesquisa foram sensivelmente menores que os obtidos pelos demais autores. Uma das possíveis explicações para este resultado poderia ser o período do ano em que os experimentos foram conduzidos (outono-inverno, ou seja, entre os meses de Abril a Agosto). A sazonalidade afeta a sobrevivência de *A. galleriae*, pois esta espécie apresenta diferentes padrões de longevidade conforme a estação do ano (UÇKAN *et al.*, 2004).

Na presente pesquisa os parasitóides machos apresentaram maiores longevidades que as fêmeas da mesma linhagem, emergidas da mesma espécie hospedeira e obtidas para a mesma densidade de hospedeiros. Tal fato fora anteriormente relatado para *A. galleriae* por Uçkan & Gülel (2000), Uçkan & Ergin (2003) e Uçkan *et al.* (2004) e para *A. dignus* (Hymenoptera: Braconidae), por Cardona & Oatman (1971). Contudo, outros trabalhos indicaram exatamente o contrário, por exemplo, os de Ibrahim (1980) e Zacarin *et al.* (2004), para *A. galleriae*, Paine *et al.* (2004), para *Syngaster lepidus* (Hymenoptera: Braconidae) e Mendel *et al.* (1987), para *Anastatus semiflavus* (Hymenoptera: Eupelmidae).

No que se refere à espécie de lagarta hospedeira oferecida ao parasitismo, nota-se que os parasitóides criados em *A. grisella* foram mais longevos em relação àqueles que se desenvolveram em *G. mellonella*. Esse efeito foi mais evidente para as densidades D₅, D₁₀ e D₁₅, enquanto que para a D₂₀ os parasitóides emergidos da traça-maior apresentaram valores de longevidade ligeiramente superiores (Tabela 15 e Figura 43). Assim, os valores de longevidade obtidos para *A. grisella* foram inversamente proporcionais às densidades de hospedeiros utilizadas na pesquisa, ou seja, quanto menor foi a densidade de lagartas hospedeiras considerada, maiores foram os valores de longevidade obtidos para a prole. Para *G. mellonella*,

praticamente não se observou efeito da densidade de hospedeiros oferecidos ao parasitismo sobre a longevidade dos parasitóides.

Nota-se que os parasitóides da população de campo (F4) apresentaram valores máximos de sobrevivência e medianas superiores aos dados obtidos para os representantes da população de laboratório (Lab) (Tabela 15 e Figura 42). Para as densidades D_5 , D_{10} e D_{15} os valores de longevidade foram praticamente constantes, enquanto para a D_{20} , houve uma queda significativa na longevidade. Já para a população de laboratório, o efeito da densidade de lagartas hospedeiras foi mais acentuado, particularmente para as densidades D_{15} e D_{20} , que provocaram uma diminuição significativa na longevidade dos parasitóides. De acordo com Baitha (2005), os parasitóides fêmeas de linhagens selvagens de *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de duas regiões da Índia foram mais longevos do que as fêmeas da linhagem mantida em laboratório. Tal fato corrobora e reforça os dados obtidos na presente pesquisa. Uma das hipóteses que poderia explicar este resultado decorreria do fato de os parasitóides da população de laboratório terem passado por processos de “gargalo genético” durante a criação, já que esta população foi estabelecida em meados de 1993 (Gobbi, com. pessoal). É bem provável que desde aquela época tenham ocorrido endocruzamentos e aumento progressivo de mutações deletérias. Tais “gargalos” reduzem a variabilidade genética e a potencialidade da espécie parasitóide como agente de controle biológico (UNRUH *et al.*, 1983). Na pesquisa desenvolvida por Stouthamer *et al.* (1992), os referidos autores aventaram a hipótese de que alguns dos alelos sexuais provavelmente tinham sido perdidos, pois a amostra coletada no campo continha somente uma parte dos alelos presentes na população original. A deriva genética e o endocruzamento também podem contribuir para a perda de variabilidade durante a criação massal, particularmente se houver redução no tamanho da população.

Assim sendo, recomenda-se que na criação massal de *A. galleriae* para programas de controle biológico das traças-da-cera sejam utilizados parasitóides da população de campo criados em lagartas de *A. grisella* (F4 Ach), na proporção de até 10 lagartas hospedeiras por fêmea matriz, pois as proles dessas populações apresentaram as maiores longevidades e melhores medianas de sobrevivência.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos na presente pesquisa revelaram que os parasitóides machos apresentaram longevidades ligeiramente superiores em relação às fêmeas, para os mesmos tratamentos experimentais.

A análise conjunta das curvas de sobrevivência indicou que os valores de longevidade máxima obtidos para os parasitóides da população de campo foram significativamente maiores em relação aos da população de laboratório, para cada densidade de hospedeiros considerada.

Os parasitóides que se desenvolveram em lagartas de *A. grisella* foram mais longevos que os emergidos de *G. mellonella*.

Considerando a densidade de lagartas hospedeiras oferecidas às fêmeas matrizes, os valores de sobrevivência máxima e mediana mais elevados foram registrados para a densidade 5. Neste caso, quanto menor foi a densidade de hospedeiros, maior foi o valor de sobrevivência e a mediana dos descendentes.

As maiores longevidades foram registradas para os machos da população de campo emergidos de *A. grisella*, para as densidades de 5, 20 e 15 lagartas hospedeiras/fêmea matriz, respectivamente. O valor obtido para as fêmeas da mesma população, emergidas de *G. mellonella*, para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea, foi ligeiramente inferior.

Na comparação das curvas de sobrevivência dos parasitóides dos diferentes tratamentos obteve-se um valor altamente significativo no Log-Rank Teste.

Houve diferença significativa na longevidade máxima dos parasitóides obtidos nos grupos experimentais, para cada densidade de hospedeiros considerada e entre os pares comparados, para cada densidade.

As interações significativas para a longevidade de *A. galleriae* indicadas pela ANCOVA foram: “população X densidade” e “hospedeiro X densidade”.

Parasitóides da população de campo, descendentes das fêmeas que parasitaram lagartas hospedeiras nas densidades D_5 , D_{10} e D_{15} apresentaram longevidade praticamente constante, enquanto que para a D_{20} , houve uma queda significativa nos valores registrados. Já para a população de laboratório, o efeito da densidade dos hospedeiros foi mais acentuado. As densidades D_5 e D_{10} tiveram a mesma influência sobre a longevidade dos parasitóides; porém, para os parasitóides entre D_{10} e D_{15} , houve uma redução significativa de longevidade, enquanto que entre D_{15} e D_{20} ocorreu um ligeiro aumento nos valores.

Assim, algumas características biológicas dos agentes empregados no controle biológico das traças-da-cera, tal como a longevidade, é de grande importância para o fitness das populações de *A. galleriae*, o que contribui para o efetivo sucesso dos parasitóides. A população de laboratório provavelmente sofreu um processo de “gargalo genético”, o que explicaria os dados inferiores aos obtidos pela população de campo. O sucesso do agente controlador é dependente da alta qualidade biológica, genética e das condições empregadas na criação dos mesmos, como a espécie e a densidade de lagartas hospedeiras oferecidas ao parasitismo. É interessante salientar a necessidade da adição de parasitóides da linhagem selvagem na criação comercial já mantida em laboratório, com o intuito de incrementar o controle das pragas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, M.; AYRES-JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 4.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil de Mamirauá; Brasília: CNPq; 2005. 324p.

BAITHA, A. Growth rate differences of wild vs laboratory reared sugarcane adapted strains of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Sugar Tech.**, Amsterdam, v. 7, n. 2, p. 53-56, 2005.

BAMBARA, S. B.; AMBROSE, J. T. The parasites of the greater wax moth, *Galleria mellonella* observed in North Carolina. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 121, n. 2, p. 104-105, 1981.

CARDONA, C.; OATMAN, E. R. Biology of *Apanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), a primary parasite of the tomato pinworm. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 64, n. 5, p. 996-1007, 1971.

CRISTOBAL, V. L. Novedades entomológicas: *Apanteles galleriae*. **Labor. C. Est. Univ. Nac. La Plata**, Buenos Aires, v. 20, n. 10, 1937.

DE SANTIS, L. Sobre as especies brasilenas del genero *Elasmus*. **Rev. Agric.**, Piracicaba, v. 39, n. 2, p. 89-92, 1964.

EISCHEN, F. A.; RINDERER, T. E.; DIETZ, A. Nocturnal defensive responses of Africanized and European honey bees to the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.). **Anim. Behav.**, Oxford, v. 34, p. 1070-1077, 1986.

ERGIN, E.; AYLIN, E.; UÇKAN, F.; RIVERS, D. B. Effect of Cypermethrin exposed hosts on egg-adult development time, number of offspring, sex ratio, longevity and

size of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). **Belg., J. Zool.**, Gent, v. 137, n. 1, p. 27-31, 2007.

FADEL, R. **Estudo do relacionamento entre *Achroia grisella* L. (Lep.: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hym.: Braconidae)**. 1993. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

FOERSTER, L. A.; DOETZER, A. K.; AVANCINI, M. R. F. Capacidade reprodutiva e longevidade de *Glyptapanteles muesebecki* (Blanchard) (Hymenoptera: Braconidae) parasitando lagartas de *Pseudaletia sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae). **An. Soc. Entomol. Brasil.**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 485-490, 1999.

GUERRA, M. S. **Bionomia das traças de cera *Galleria mellonella* L. e *Achroia grisella*. F. no município de Piracicaba - São Paulo**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1973.

HARVEY, J. A.; KADASH, K.; STRAND, M. R. Differences in larval feeding behavior correlate with altered developmental strategies in two parasitic wasps: implications for the size-fitness hypothesis. **Oikos**, Copenhagen, v. 88, p. 621-629, 2000.

HEBERT, C.; CLOUTIER, C. Host instar as a determinant of preference and suitability for two parasitoids attacking late instars of the spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v.83, n.4, p. 734-741, 1990.

IBRAHIM, S. H. A preliminary study on a new parasite of the wax moth *Galleria mellonella* L. **Agric. Res. Rev.**, Giza, v. 58, n. 1, p. 311-315, 1980.

MCDUGALL, S. J.; MILLS, N. J. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomol. Exp. Appl.**, Dordrecht, v. 83, p. 195-203, 1997.

MENDEL, M. J.; SHAW, P. B.; OWENS, J. C. Life-history characteristics of *Anastatus semiflavus* (Hymenoptera: Eupelmidae), an egg parasitoid of the range caterpillar,

Hemileuca oliviae (Lepidoptera: Saturniidae) over a range of temperature. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 16, n. 5, p. 1035-1041, 1987.

MOTULSKY, M. D. H. **Intuitive biostatistics**. New York: Oxford University Press, 1995, 386 p.

NIELSEN, R. A.; BRISTER, D. The greater wax moth: adult behavior. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 70, n. 1, p. 101-103, 1977.

PAINE, T. D.; JOYCE, A. L.; MILLAR, J. G.; HANKS, L. M. Effect of variation in host size on sex ratio, size, and survival of *Syngaster lepidus*, a parasitoid of Eucalyptus longhorned beetles (*Phoracantha* spp.): II. **Biol. Control.**, Orlando, v. 30, p. 374-381, 2004.

RIBEIRO, J. C. **Estudo do relacionamento entre *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae)**. 1994. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

_____. **Razão sexual de *Apanteles galleriae* Wilkinson (1932), (Hymenoptera: Braconidae) parasitando *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)**. 2000. 71 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

SHIMANUKI, H.; KNOX, D. A.; FURGALA, B.; CARON D. M.; WILLIAMS, J. L. Diseases and pests of honey bees. In: GRAHAM, J. M. (Ed.). **The hive and the honey bee: a new book on beekeeping which continues the tradition of "Langstroth on the hive and the honeybee"**. Hamilton: Dadant & Sons, 1993. p. 1083-1151.

STOUTHAMER, R.; LUCK, R. F.; WERREN, J. H. Genetics of sex determination and the improvement of biological control using parasitoids. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 21, p. 427-435, 1992.

UÇKAN, F.; ERGIN, E. Effect of host diet on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity and size of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae). **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 31, n. 1, p. 168-171, 2002.

_____ Temperature and food source effects on adult longevity of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 32, p. 441-446, 2003.

UÇKAN, F.; ERGIN, E.; AYAZ, F. Modelling age- and density-structured reproductive biology and seasonal survival of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae). **JEN.**, Berlin, v. 128, n. 6, p. 407-413, 2004.

UÇKAN, F.; GÜLEL, A. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.: Braconidae)'nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri. ("Effects of host species on some biological characteristics of *Apanteles galleriae* Wilkinson") (Hym.: Braconidae). **Turk. J. Zool.**, Ankara, v. 24, p. 105-113, 2000.

_____ Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Hym., Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym., Pteromalidae). **J. Appl. Entomol.**, Berlin, v. 126, p. 534-537, 2002.

UNRUH, T. R.; WHITE, W.; GONZALES, D.; GORDH, G.; LUCK, R. F. Heterozygosity and effective size in laboratory populations of *Aphidius ervi*. **Entomophaga**, Cedex, v. 4, p. 1060-1076, 1983.

WHITFIELD, J. B.; CAMERON, S. A. Comparative notes of hymenoptera parasitoids in bumble bee and honey bee colonies (Hymenoptera: Apidae) reared adjacently. **Entomol. News**, Philadelphia, v. 104, p. 240-248, 1993.

WILKINSON, D. S. Four new *Apanteles* (Hym: Braconidae). **Stylops**, Paris, v.1, n. 6, p.139-144, 1932.

WILLIAMS, J. L. Insects: Lepidoptera (moths). In: MORSE, R. A.; FLOTTUM, K. (Eds.). **Honey bee pests, predators & diseases**. Third edition. Medina: A. I. Root Company, 1997. p. 119-141.

ZACARIN, G. G. **Avaliação dos processos interativos entre *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) e o**

parasitóide *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae), 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

ZACARIN, G. G.; GOBBI, N.; CHAUD-NETTO, J. Capacidade reprodutiva de fêmeas de *Apanteles galleriae* (Hymenoptera, Braconidae) em lagartas de *Galleria mellonella* e *Achroia grisella* (Lepidoptera, Pyralidae) criadas com dietas diferentes. **Iheringia, Série Zool.**, Porto Alegre, v. 94, n. 2, p. 139-147, 2004.

Análise do período de desenvolvimento e peso dos casulos de *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) de população natural e da população mantida em laboratório

RESUMO: Estudou-se o período de desenvolvimento e o peso dos casulos de *Apanteles galleriae* de duas populações. Lagartas de 5º instar de *Galleria mellonella* e de 6º instar de *Achroia grisella* foram oferecidas a fêmeas de *A. galleriae* de uma população mantida há vários anos, sob condições controladas (população de laboratório), e a fêmeas de uma população selvagem, formada por parasitóides oriundos de casulos coletados em apiários de Rio Claro e Araras, SP, Brasil (população de campo). Os parasitóides de cada população foram criados por quatro gerações consecutivas. Dois parasitóides machos e uma fêmea, emergidos no mesmo dia e da mesma espécie de hospedeiro, foram transferidos para frascos de 30 mL para propiciar o acasalamento. Para cada fêmea do parasitóide, com 2 a 5 dias de idade, fecundada e experiente (que já havia realizado postura), proveniente da população de laboratório ou de campo, foram oferecidas 5, 10, 15 ou 20 lagartas de *A. grisella* de 6º instar ou de *G. mellonella* de 5º instar, durante uma hora. Após este período, as lagartas receberam dieta “*ad libidum*”. Acompanhou-se o período de desenvolvimento total da prole de *A. galleriae*, por meio de registros diários da frequência de parasitóides machos e fêmeas de cada população, emergidos das lagartas das duas espécies hospedeiras. Uma análise de variâncias foi utilizada para comparar os dados referentes ao período de desenvolvimento dos parasitóides do mesmo sexo, pertencentes ao mesmo grupo experimental (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall ou Lab Ach, para machos e fêmeas), levando em consideração a densidade de hospedeiros utilizada. Uma segunda ANOVA foi aplicada aos dados para avaliar a significância das diferenças entre os pesos dos casulos dos parasitóides de todos os grupos experimentais, considerando as quatro densidades de hospedeiros. Uma análise de covariâncias multifatorial (ANCOVA) foi usada para determinar o efeito de cada variável (população, espécie hospedeira e densidade de hospedeiros) sobre o

peso dos casulos e uma análise de correlação de Pearson foi utilizada para verificar se o número de parasitóides emergidos foi influenciado pelo período de desenvolvimento. Houve diferença significativa entre os pesos dos casulos das duas populações, criados em lagartas de *A. grisella* e *G. mellonella*, para as quatro densidades de hospedeiros ($F = 6,31$; $p < 0,0001$) e a ANCOVA indicou interação significativa entre a população considerada e a densidade de hospedeiros utilizada ($F = 8,31$; $p = 0,004$). Além disso, o peso dos casulos dos parasitóides da população de campo foi menos influenciado pela densidade de hospedeiros em relação ao peso registrado para a população de laboratório, pois neste grupo houve diminuição no peso à medida que aumentou a densidade de lagartas hospedeiras submetidas ao parasitismo. O período médio de desenvolvimento dos parasitóides machos foi mais rápido do que o das fêmeas, independentemente da linhagem do parasitóide, da espécie hospedeira e da densidade de hospedeiros considerada. Parasitóides que emergiram de *A. grisella* apresentaram maiores períodos de desenvolvimento em relação aos que se desenvolveram em lagartas de *G. mellonella*. Houve diferença significativa entre os valores de período de desenvolvimento, considerando as quatro densidades de hospedeiros, para os parasitóides machos e fêmeas dos quatro grupos experimentais (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach), exceto para as fêmeas da população de campo criadas em *A. grisella*. A densidade de hospedeiros interferiu no tempo de desenvolvimento da prole obtida nos quatro tratamentos ($F = 123,86$; $p < 0,0001$). Foi registrada uma correlação negativa entre o período de desenvolvimento e o número de parasitóides emergidos, ou seja, à medida que o período de desenvolvimento aumentou, diminuiu o número de descendentes obtidos.

PALAVRAS CHAVE: *Apanteles galleriae*, Período de desenvolvimento, Peso do casulo, *Achroia grisella*, *Galleria mellonella*.

ABSTRACT: Developmental time and cocoon's weight of *Apanteles galleriae* were studied in two populations. Fifth instar caterpillars of *Galleria mellonella* and sixth instar caterpillars of *Achroia grisella* were offered to *A. galleriae* females from a population maintained under controlled conditions (laboratory population), and females from a wild population, formed by parasitoids obtained from cocoons

collected in apiaries of Rio Claro and Araras, SP, Brazil (field population). The parasitoids of each population were reared by four consecutive generations. Two males and a female, emerged on the same day and reared in the same host species, were transferred to a 30 mL vial in order to allow mating. Caterpillars of *A. grisella* (sixth instar) or *G. mellonella* (fifth instar) were offered for sixty minutes to each mated and expert female, with 2 to 5 days of age, in one of the four host densities used in this research (5, 10, 15 and 20 hosts/female). After this period, the caterpillars received diet "ad libidum". The offspring's developmental time was followed day by day with records of the frequency of males and females from each population, emerged from both host species. An analysis of variances was used to compare the values of developmental time for parasitoids of the same sex and the same experimental group (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall and Lab Ach), considering the host densities. A second ANOVA was applied to the data in order to evaluate the significance of the differences among cocoon's weight of parasitoids from all experimental groups. A multifactorial analysis of covariance (ANCOVA) was used to determine the effect of each variable (population, host species and host density) on cocoon's weight, and a Pearson's correlation analysis was utilized to check if the number of descendants was influenced by developmental time. There was a significant difference among the cocoon's weight of parasitoids from field and laboratory populations, reared in both hosts, for all densities ($F= 6.31$; $p < 0.0001$), and ANCOVA indicated a significant interaction between the variables "population" and "host density" ($F= 8.31$; $p= 0.004$). Furthermore, the cocoon's weight from field population was less influenced by host density when compared to that of laboratory population, because in the last the weight decreased as the host density increased. The mean developmental time of males was shorter than the one of the females, regardless the population, host species and host density. Parasitoids emerged from caterpillars of *A. grisella* presented longer developmental time when compared to those reared in *G. mellonella*. A significant difference among the values of developmental time was detected, considering the host densities, for males and females obtained in the four experimental groups (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall and Lab Ach), except for females from field population reared in *A. grisella*. The host densities influenced the offspring's developmental time in the four treatments ($F = 123.86$; $p < 0.0001$). A negative correlation between developmental time and number of

parasitoids emerged was detected: as the period of development increased, the number of descendants diminished.

KEY WORDS: *Apanteles galleriae*, Developmental time, Cocoon's weight, *Achroia grisella*, *Galleria mellonella*.

INTRODUÇÃO

O uso de insetos parasitóides nos programas de manejo integrado de pragas apresentou um grande incremento nas últimas décadas, pois comparado ao método tradicional, tal como o emprego de agrotóxicos, os parasitóides apresentam baixos riscos ambientais, pois possuem o hábito de parasitar apenas uma (ou poucas) espécie(s) de hospedeiro(s) (relação espécie-específica), além de provocarem baixo impacto ambiental no ecossistema tratado.

A taxa de sucesso de controle da espécie nociva está intimamente relacionada com as características biológicas do organismo controlador, no caso, o parasitóide. Assim, o processo de seleção de linhagens de parasitóides que apresentem melhor valor adaptativo é de grande interesse para os laboratórios de criação massal de organismos, que desenvolvem programas de controle biológico. Dentre as características que geralmente podem ser selecionadas, destacam-se a longevidade, fecundidade, razão sexual da prole gerada, capacidade de dispersão e procura de hospedeiros e eficiência de parasitismo. Além dessas características, também são importantes o período de desenvolvimento (desde o momento em que ocorreu o parasitismo até a emergência do indivíduo) e a própria biomassa do parasitóide considerado.

Apanteles galleriae (Hymenoptera: Braconidae) é um endoparasitóide solitário que ataca lagartas das traças-da-cera *Achroia grisella*, *Galleria mellonella*, *Achroia innotata* e *Vitula edmansae* (WHITFIELD *et al.*, 2001). A fêmea do parasitóide deposita apenas um ovo por lagarta de *G. mellonella* do 3º ao 6º ínstar, sendo que a melhor razão sexual geralmente é obtida para a prole emergida de lagartas de quinto ínstar (RIBEIRO, 1994, 2000). Para *A. grisella*, os instares preferenciais à postura do parasitóide são o 5º e o 6º (FADEL, 1993).

No presente trabalho foram comparados os períodos de desenvolvimento e os pesos dos casulos dos descendentes obtidos a partir das posturas realizadas por fêmeas do parasitóide *Apanteles galleriae*, da população de campo e da população

mantida em laboratório, em lagartas de *Achroia grisella* e *Galleria mellonella*, para verificar se a origem do parasitóide (população considerada), a espécie hospedeira (*A. grisella* ou *G. mellonella*), a densidade de lagartas utilizada (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras oferecidas ao parasitismo, a cada fêmea do parasitóide) e o sexo do parasitóide podem afetar o período de desenvolvimento e o peso dos casulos.

MATERIAL E MÉTODOS

1. CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DO PARASITÓIDE E SEUS HOSPEDEIROS

Foram estabelecidas criações de *G. mellonella* e *A. grisella*, em sala climatizada e sem luminosidade (25-29 °C e 65 ± 5% U.R.), em condições semelhantes às observadas em colméias de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). As lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* foram mantidas em recipientes de alumínio de 7,5 cm de altura e 16,5 cm de diâmetro, com tampas dotadas de tela metálica com malha de 12 mm², sendo alimentadas com uma dieta padronizada (modificada de GUERRA, 1973), contendo os seguintes ingredientes: fubá - 192,6 g, pó de levedura de cerveja - 94 g, farinha de soja - 80,2 g, leite em pó desnatado - 48,2 g, favo de abelhas - 47 g, mel - 236 g e glicerina - 208 g.

Nos recipientes de criação, que continham as mariposas, foram inseridas tiras de papel com dobras paralelas para a deposição dos ovos (ZACARIN, 1999). Os aglomerados de ovos contidos nas tiras foram recortados três vezes por semana, sendo transferidos para um recipiente plástico de 252 cm³, contendo 40 gramas de favo de abelhas e 50 gramas de dieta padronizada. Estes recipientes foram mantidos em uma câmara climatizada a 30 ± 2 °C e 55 ± 5,0 % U.R, por um período de 20 dias, sendo posteriormente introduzidos nos recipientes de criação de lagartas de cada espécie, nos quais permaneceram até atingirem a fase adulta, quando então foram transferidos para a sala climatizada.

Um estereomicroscópio provido de uma ocular micrométrica foi utilizado para selecionar as lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* de 5º e 6º instar, respectivamente. Para a determinação dos instares das lagartas hospedeiras, mediu-se a largura de suas cápsulas cefálicas. Os intervalos de tamanho de cada instar, para as duas espécies, foram determinados segundo os padrões descritos por Guerra (1973).

Os parasitóides da população de laboratório (Lab) foram criados por 4 gerações consecutivas, sempre na mesma espécie de lagarta hospedeira (*A. grisella* ou *G. mellonella*). Após a emergência, os parasitóides foram transferidos para frascos de material acrílico de 30 mL, vedados com tampa plástica vazada revestida de filó. Em cada frasco foram introduzidos dois machos e uma fêmea, emergidos no mesmo dia e criados na mesma espécie de lagarta hospedeira, a fim de garantir a ocorrência da fecundação. Os parasitóides foram alimentados com uma dieta à base de solução aquosa de mel e pólen (ZACARIN, 1999). A cada fêmea do parasitóide, fecundada e com 2 a 5 dias de idade, foram oferecidas 10 lagartas da mesma espécie da qual a fêmea emergiu, dispostas em uma placa de Petri de 10 cm de diâmetro. Essas lagartas permaneceram na placa de Petri por uma hora, para que fossem parasitadas pela fêmea de *A. galleriae*. Após esse tempo, a fêmea do parasitóide foi devolvida ao frasco de origem e as lagartas receberam dieta “*ad libidum*”. Estas placas foram transferidas para uma câmara climatizada mantida a 30 ± 2 °C e $55 \pm 5,0$ % U.R., onde permaneceram até a emergência dos descendentes. Desse modo, foram estabelecidas as populações do parasitóide de laboratório, criadas em lagartas de *A. grisella* (Lab Ach) e em lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall). Uma parte dos parasitóides emergidos foi utilizada para a manutenção da população estoque e a outra para o desenvolvimento dos experimentos.

Para o estabelecimento da população de campo (F4), casulos de parasitóides selvagens foram coletados em favos infestados por lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, provenientes de apiários dos municípios de Rio Claro e Araras, SP. Esses casulos foram introduzidos em frascos de vidro. Após a emergência, machos e fêmeas foram submetidos às mesmas condições experimentais anteriormente descritas.

2. AVALIAÇÃO DOS FATORES QUE AFETAM O PERÍODO DE DESENVOLVIMENTO DA PROLE DE *A. galleriae* DE POPULAÇÕES DE CAMPO E DE LABORATÓRIO EM LAGARTAS DE *G. mellonella* E *A. grisella*

Para cada fêmea do parasitóide, de 2 a 5 dias de idade, fecundada e experiente (que já havia realizado postura), proveniente da população de laboratório ou de campo, foram oferecidas 5 lagartas de *A. grisella* de 6º instar ou de *G. mellonella* de 5º instar, dispostas em uma placa de Petri de 10 centímetros de diâmetro. Essas lagartas permaneceram na placa de Petri por uma hora, para que

fossem parasitadas. Ao final desse período, a fêmea de *A. galleriae* foi devolvida ao mesmo frasco do qual fora retirada, enquanto as lagartas receberam a dieta padrão já mencionada. Em seguida as placas foram introduzidas em uma estufa bacteriológica mantida a 30 ± 2 °C e $55 \pm 5,0$ % U.R., onde permaneceram até a emergência dos parasitóides.

O mesmo método acima descrito foi utilizado para as densidades de 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea. Para tanto, a cada fêmea do parasitóide foram oferecidas 10, 15 ou 20 lagartas, dispostas em cada placa de Petri. Os demais procedimentos técnicos seguiram os padrões já descritos. Para cada grupo experimental (Lab Gall, Lab Ach, F4 Gall, F4 Ach) e cada densidade de hospedeiros (5, 10, 15 e 20 lagartas/fêmea do parasitóide) foram realizados 15 ensaios, totalizando 240 testes.

Foi acompanhado o período de desenvolvimento total da prole de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório em lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*. Além disso, os casulos dos parasitóides provenientes das lagartas parasitadas foram pesados. A duração do período de desenvolvimento foi avaliada diariamente pelo registro da frequência de parasitóides machos e fêmeas das populações de campo e de laboratório, emergidos das lagartas de ambas as espécies. Inicialmente os dados obtidos nos experimentos realizados foram submetidos a uma análise descritiva para verificar se apresentavam distribuição normal e variâncias homogêneas. Como estes dois preceitos foram atendidos, utilizou-se uma análise de variâncias para verificar se havia diferença significativa entre os dados referentes ao período de desenvolvimento dos parasitóides do mesmo sexo, pertencentes ao mesmo tratamento e espécie de lagarta hospedeira (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach, para machos e fêmeas), levando em consideração a densidade de hospedeiros oferecidos ao parasitismo. Os tratamentos utilizados na ANOVA foram a linhagem dos parasitóides, a espécie do hospedeiro e o sexo do parasitóide, e os blocos foram as quatro densidades utilizadas na pesquisa (5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide). Para verificar se o número de parasitóides emergidos foi influenciado pelo período de desenvolvimento foi utilizada uma análise de correlação de Pearson. Como hipótese nula utilizou-se a premissa de que não havia associação entre o período de desenvolvimento dos parasitóides e o número de parasitóides emergidos em cada grupo experimental (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e

Lab Ach), para as quatro densidades de hospedeiros utilizadas (AYRES *et al.*, 2005).

3. AVALIAÇÃO DOS FATORES QUE AFETAM O PESO DOS CASULOS DE *A. galleriae* DE POPULAÇÕES DE CAMPO E DE LABORATÓRIO EM LAGARTAS DE *G. mellonella* E *A. grisella*

Para a avaliação dos pesos dos casulos dos parasitóides, foram tomados, de maneira aleatória, 100 casulos apresentavam coloração opaca e de superfície esclerotizada, ou seja, próximo ao período da emergência dos parasitóides provenientes das lagartas parasitadas, de cada um dos quatro tratamentos estabelecidos (F4 Ach, F4 Gall, Lab Ach e Lab Gall) e para cada uma das densidades de hospedeiros utilizadas na pesquisa, totalizando 1600 casulos. Os casulos selecionados foram aqueles que já apresentavam coloração mais opaca, ou seja, estavam esclerotizados, ou seja, próximo ao período da eclosão dos parasitóides.

Depois de devidamente limpos (retirou-se o excesso de seda e eventuais partículas de detritos que os envolviam), os casulos foram pesados individualmente em uma balança digital de precisão. Para verificar se os pesos dos casulos apresentavam distribuição normal e variâncias homogêneas, os dados foram submetidos a uma análise descritiva e, como estes dois preceitos foram atendidos, utilizou-se uma análise de variâncias para averiguar se havia diferença no peso dos casulos dos parasitóides dos quatro grupos experimentais, para as quatro densidades de hospedeiros. Posteriormente, para se determinar quais dentre as interações analisadas (população considerada, espécie hospedeira e densidade de lagartas hospedeiras utilizada) interferiram nos pesos dos casulos, aplicou-se uma análise de covariância multifatorial (ANCOVA), contida no programa estatístico Statistica 7.0. Para a realização da análise, considerou-se como variável dependente o peso dos casulos (em miligramas).

RESULTADOS

Para a densidade de 5 lagartas hospedeira/ fêmea matriz, o peso médio das pupas de *A. galleriae* da população de campo, criadas em lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall), foi $3,64 \pm 0,87$ mg, enquanto que para as pupas que se desenvolveram em lagartas de *A. grisella* (F4 Ach) obteve-se $3,28 \pm 0,61$ mg (Figura 44). Para as pupas dos parasitóides da população de laboratório, criados em lagartas de *Galleria mellonella* (Lab Gall) e *A. grisella* (Lab Ach), registrou-se $3,57 \pm 0,74$ mg e $3,38 \pm 0,66$ mg, respectivamente. Para a densidade de 10 lagartas hospedeiras os valores obtidos foram: $3,46 \pm 0,76$ mg para F4 Gall, $3,43 \pm 0,67$ mg para F4 Ach, $3,43 \pm 0,57$ mg para Lab Gall e $3,32 \pm 0,56$ mg para Lab Ach (Figura 44).

Os valores registrados para a densidade de 15 lagartas hospedeiras (Figura 44) foram: $3,24 \pm 0,92$ mg para F4 Gall, $3,28 \pm 0,75$ mg para F4 Ach, $3,66 \pm 0,86$ mg para Lab Gall e $3,04 \pm 0,69$ mg para Lab Ach.

Os pesos médios das pupas de *A. galleriae* obtidos para a densidade de 20 lagartas hospedeiras oferecidas ao parasitismo foram os seguintes: $3,65 \pm 0,81$ mg para F4 Gall, $3,54 \pm 0,62$ mg para F4 Ach, $3,45 \pm 0,72$ mg para Lab Gall e $3,17 \pm 0,63$ mg para Lab Ach (Figura 44).

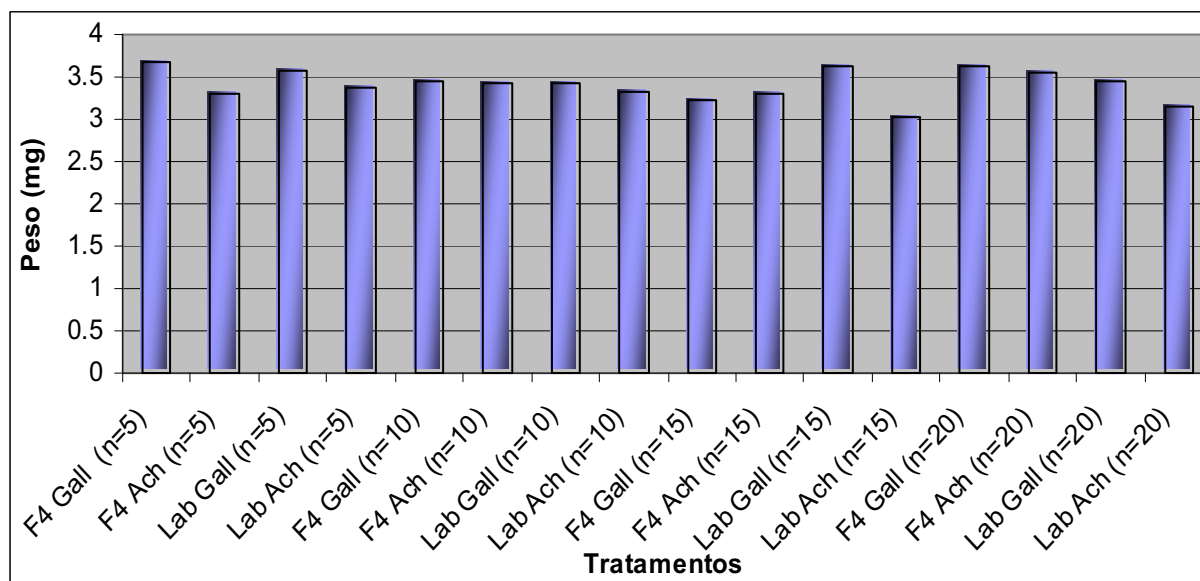


Figura 44. Peso médio das pupas (em mg) de *A. galleriae* da população de campo obtidas de lagartas de *A. grisella* (F4 Ach) e *G. mellonella* (F4 Gall), e da população de laboratório, criadas em lagartas de *A. grisella* (Lab Ach) e *G. mellonella* (Lab Gall), para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea matriz

Uma análise de variâncias aplicada aos dados obtidos indicou que há diferença significativa entre os pesos das pupas dos parasitóides da população de campo, criados em lagartas de *A. grisella* e *G. mellonella* (F4 Ach e F4 Gall), e dos parasitóides da população de laboratório, obtidos dos mesmos hospedeiros (Lab Ach e Lab Gall), para as quatro densidades de hospedeiros utilizadas (100 casulos de parasitóides provenientes das lagartas parasitadas, de cada um dos quatro tratamentos estabelecidos (F4 Ach, F4 Gall, Lab Ach e Lab Gall) e para cada uma das densidades de hospedeiros utilizadas na pesquisa, totalizando 1600 casulos. Para descobrir quais das interações envolvendo as variáveis analisadas (população considerada, espécie hospedeira e densidade de lagartas hospedeiras utilizada) eram significativas, aplicou-se uma análise de covariâncias multifatorial (ANCOVA) aos dados obtidos na pesquisa. Na mencionada análise considerou-se como variável dependente o peso dos casulos dos parasitóides obtidos nos diferentes tratamentos. Inicialmente, todas as interações do modelo foram analisadas e as não significativas foram excluídas. Em seguida o modelo foi analisado novamente. Os resultados desta análise foram incluídos na Tabela 21:

Tabela 21. Resultados da análise de covariância multifatorial (ANCOVA) aplicada aos valores referentes ao peso dos casulos dos parasitóides para testar a significância das interações entre as variáveis: população considerada, espécie hospedeira e a densidade de lagartas hospedeiras utilizada

Efeito	SQ	gl	QM	F	p
Intercepto	3444,68	1	3444,68	6913,56	< 0,0001
POPULAÇÃO	1,19	1	1,19	2,39	0,1222
HOSPEDEIRO	1,08	1	1,08	2,17	0,1407
DENSIDADE	7,45	1	7,45	14,96	< 0,001
POPULAÇÃO*DENSIDADE	4,14	1	4,14	8,31	0,0040
Resíduo	794,71	1595	0,50		

Conforme pode ser observado na Tabela 21 e na Figura 45, houve interação significativa entre as variáveis “população” e “densidade de hospedeiros.” Além disso, observou-se que o peso dos casulos dos parasitóides da população de campo foi menos influenciado pela variável “densidade”, quando comparado ao peso dos casulos da população de laboratório, pois nesta houve diminuição nos valores obtidos para essa característica à medida que aumentou a densidade de lagartas hospedeiras submetidas ao parasitismo (Figura 45).

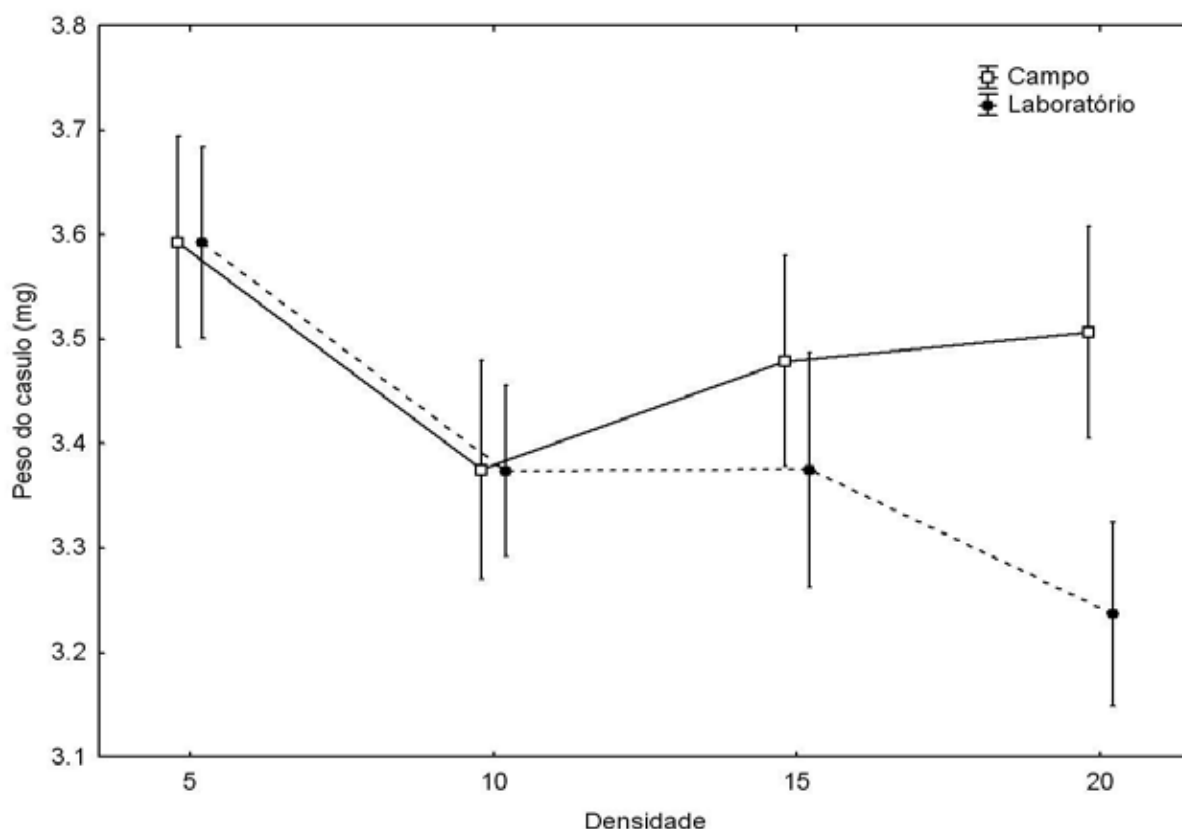


Figura 45. Análise de covariâncias multifatorial (ANCOVA) dos pesos dos casulos de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Os dados referentes ao período médio de desenvolvimento e os respectivos desvios-padrão registrados para os parasitóides obtidos nas diferentes condições experimentais são apresentados na Tabela 22.

Observa-se que o período médio de desenvolvimento dos parasitóides machos foi sempre menor que o registrado para as fêmeas, independentemente da espécie hospedeira (*G. mellonella* ou *A. grisella*), da linhagem do parasitóide (campo ou laboratório) e da densidade de lagartas hospedeiras utilizada.

Além disso, os parasitóides que emergiram de lagartas de *A. grisella* apresentaram maiores períodos de desenvolvimento quando comparados àqueles cujos hospedeiros foram lagartas de *G. mellonella*.

TABELA 22. Período médio de desenvolvimento e desvio padrão (em dias) de machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo (F4) e de laboratório (Lab), emergidos de lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*, para as densidades de 5, 10, 15 e 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

Densidade de lagartas hospedeiras/fêmea	D₅		D₁₀		D₁₅		D₂₀	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
F4 Gall Machos	15,34	1,74	15,28	1,40	14,95	0,92	15,42	1,24
F4 Gall Fêmeas	16,00	1,01	16,37	1,16	16,12	1,20	16,67	1,24
F4 Ach Machos	18,46	2,50	17,97	2,18	18,82	2,71	18,23	2,37
F4 Ach Fêmeas	19,77	4,27	20,22	2,49	20,29	2,44	20,39	2,61
Lab Gall Machos	15,22	1,35	15,14	1,21	15,17	0,96	14,58	1,13
Lab Gall Fêmeas	16,10	1,16	16,77	1,39	16,07	1,05	15,50	0,84
Lab Ach Machos	17,78	2,49	18,03	2,47	18,02	2,55	17,73	2,25
Lab Ach Fêmeas	19,32	2,82	19,98	2,92	20,51	2,83	19,75	2,55

Considerando as quatro densidades de hospedeiros submetidos ao parasitismo, houve diferença significativa entre os valores de período de desenvolvimento obtidos para os machos da população de campo, cujo hospedeiro foram lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall M) ($F = 5,42$; $p = 0,001$). Para os dados referentes às fêmeas da mesma população, criadas no mesmo hospedeiro (F4 Gall F), também foi obtido um valor significativo ($F = 4,78$; $p = 0,003$). Foram registradas diferenças significativas para os machos da linhagem de campo, que emergiram de lagartas de *A. grisella* (F4 Ach M) ($F = 23,83$; $p < 0,0001$), contudo, a comparação dos dados obtidos para as fêmeas da mesma população e mesmo hospedeiro (F4 Ach F) forneceu um valor não significativo ($F = 0,12$; $p = 0,946$). Para os dados referentes aos machos da população de laboratório criados na mesma espécie hospedeira (Lab Ach M) a análise estatística indicou um valor significativo ($F = 3,89$; $p = 0,008$). Resultado semelhante foi obtido na comparação dos dados das fêmeas da mesma linhagem e hospedeiro (Lab Ach F) ($F = 4,62$; $p = 0,003$). Também foram registradas diferenças significativas para os machos e fêmeas da linhagem mantida em laboratório, cujo hospedeiro foram lagartas de *G. mellonella* (Lab Gall M e Lab Gall F) ($F = 20,66$; $p < 0,0001$ e $F = 21,14$; $p < 0,0001$, respectivamente).

Para verificar se a densidade de lagartas hospedeiras *G. mellonella* e *A. grisella* interferiu no período de desenvolvimento de machos e fêmeas de *A. galleriae* das populações de campo e de laboratório, os dados referentes aos parasitóides obtidos para as quatro densidades (D_5 , D_{10} , D_{15} e D_{20}) foram submetidos a uma análise de variâncias. O resultado altamente significativo obtido nesta análise ($F = 123,86$; $p < 0,0001$) indicou que houve interferência da densidade de lagartas hospedeiras no desenvolvimento dos machos e fêmeas obtidos, nos quatro grupos experimentais (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach).

Para avaliar se o período de desenvolvimento interferiu no número de descendentes de *A. galleriae* registrados nos quatro grupos experimentais, foi realizada uma análise de correlação de Pearson para cada conjunto de dados. Os resultados das análises das quatro densidades de hospedeiros utilizadas revelaram que houve correlação negativa entre a duração do desenvolvimento e o número de parasitóides emergidos, ou seja, à medida que o período de desenvolvimento aumentou, diminuiu o número de descendentes obtidos.

Os resultados obtidos para os parasitóides machos da população de campo, que se desenvolveram em lagartas de *G. mellonella* (F4 Gall Machos), para as

quatro densidades larvais, foram os seguintes: $r = -0,6806$ e $p = 0,0026$ para D_5 (Figura 46); $r = -0,6370$ e $p = 0,0059$ para D_{10} (Figura 47); $r = -0,5888$ e $p = 0,0129$ para D_{15} (Figura 48); $r = -0,6515$ e $p = 0,0046$ para D_{20} (Figura 49). Para as fêmeas do grupo experimental (F4 Gall Fêmeas), os valores registrados foram: $r = -0,5950$ e $p = 0,0117$ para D_5 (Figura 50); $r = -0,5894$ e $p = 0,0127$ para D_{10} (Figura 51); $r = -0,5282$ e $p = 0,0292$ para D_{15} (Figura 52); $r = -0,4763$ e $p = 0,0532$ para D_{20} (Figura 53).

Para os parasitóides machos da população de campo, emergidos de lagartas de *A. grisella* (F4 Ach Machos), os valores obtidos na análise de correlação foram os seguintes: $r = -0,5779$ e $p = 0,0151$ para D_5 (Figura 54); $r = -0,6012$ e $p = 0,0107$ para D_{10} (Figura 55); $r = -0,5367$ e $p = 0,0263$ para D_{15} (Figura 56); $r = -0,5948$ e $p = 0,0117$ para D_{20} (Figura 57). Para as fêmeas do mesmo grupo experimental, foram obtidos os seguintes resultados: $r = -0,3099$ e $p = 0,2260$ (Figura 58); $r = -0,3097$ e $p = 0,2264$ (Figura 59); $r = -0,2910$ e $p = 0,2571$ (Figura 60) e $r = -0,2554$ e $p = 0,3225$ (Figura 61), respectivamente para as densidades D_5 , D_{10} , D_{15} e D_{20} .

Para os parasitóides da população de laboratório, que se desenvolveram em lagartas de *G. mellonella*, os valores de correlação obtidos para os machos foram: $r = -0,5836$ e $p = 0,0139$ (Figura 62); $r = -0,6705$ e $p = 0,0032$ (Figura 63); $r = -0,6053$ e $p = 0,0100$ (Figura 64) e $r = -0,5896$ e $p = 0,0127$ (Figura 65), para D_5 , D_{10} , D_{15} e D_{20} , respectivamente. Para as fêmeas, os valores registrados na análise, da menor para a maior densidade, foram os seguintes: $r = -0,5084$ e $p = 0,0371$ (Figura 66); $r = -0,6112$ e $p = 0,0091$ (Figura 67); $r = -0,5946$ e $p = 0,0118$ (Figura 68) e $r = -0,5182$ e $p = 0,0330$ (Figura 69).

Para os machos da população de laboratório, emergidos de lagartas de *A. grisella* (Lab Ach), foram obtidos os seguintes valores: $r = -0,5779$ e $p = 0,0151$ para D_5 (Figura 70); $r = -0,5975$ e $p = 0,0113$ para D_{10} (Figura 71); $r = -0,6480$ e $p = 0,0049$ para D_{15} (Figura 72); $r = -0,6445$ e $p = 0,0052$ para D_{20} (Figura 73). Para as fêmeas, os valores obtidos, da menor para a maior densidade, foram os seguintes: $r = -0,4348$ e $p = 0,0811$ (Figura 74); $r = -0,3827$ e $p = 0,1294$ (Figura 75); $r = -0,3093$ e $p = 0,2270$ (Figura 76) e $r = -0,3803$ e $p = 0,1320$ (Figura 77).

Nos quatro grupos experimentais (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach), para as quatro densidades de hospedeiros avaliadas (5, 10, 15 e 20 hospedeiros/fêmea do parasitóide), o número de parasitóides emergidos diminuiu gradativamente, à medida que aumentou o período de desenvolvimento.

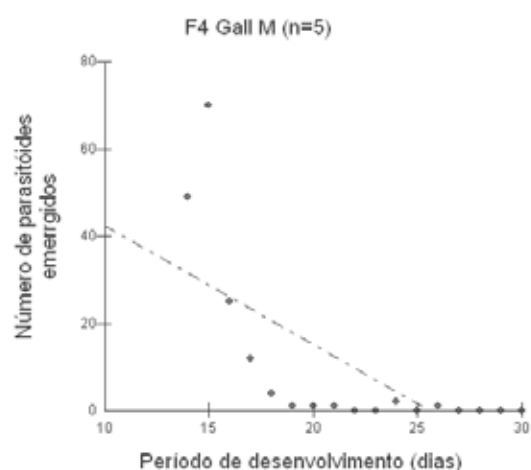


FIGURA 46. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

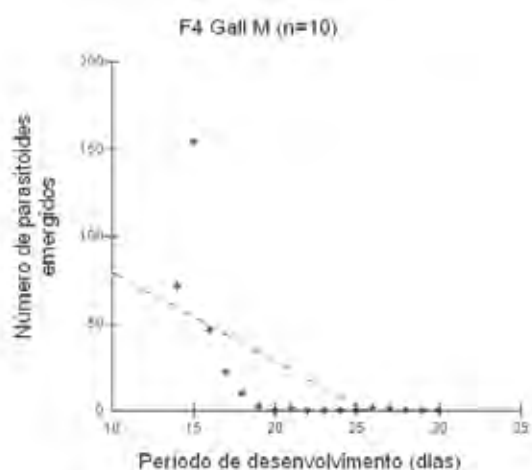


FIGURA 47. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

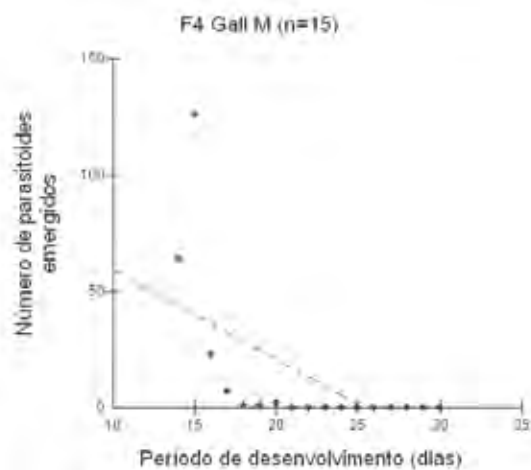


FIGURA 48. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

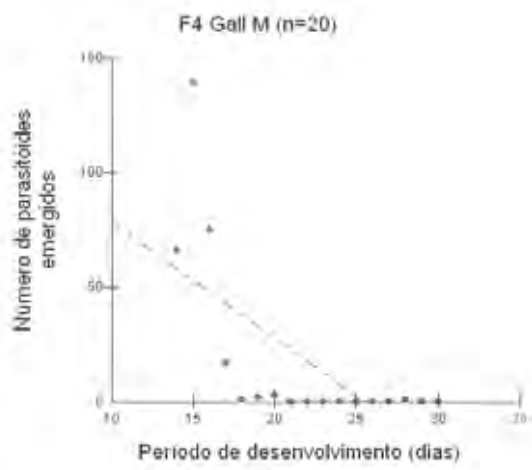


FIGURA 49. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

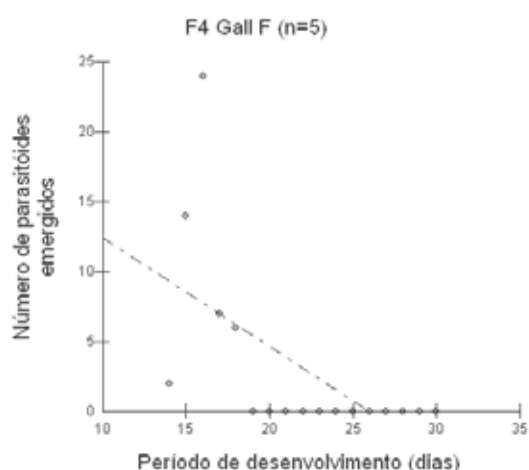


FIGURA 50. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

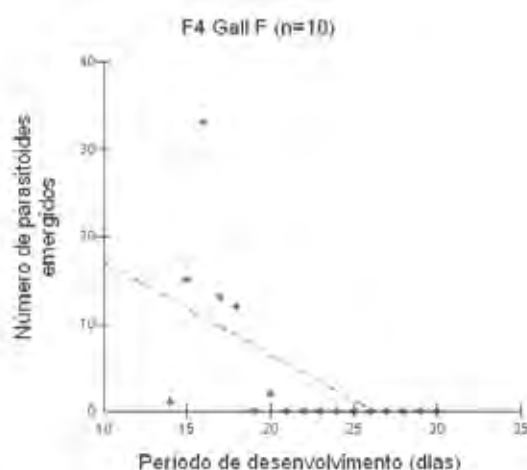


FIGURA 51. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

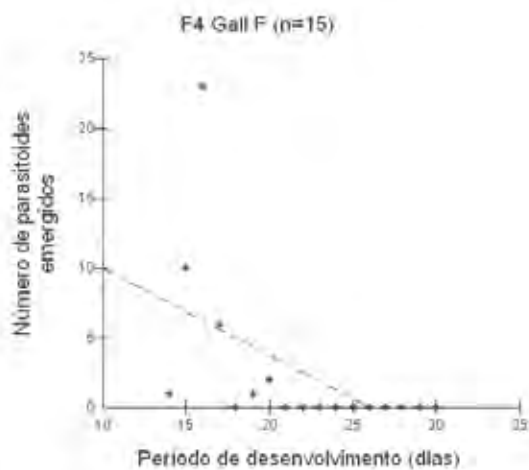


FIGURA 52. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

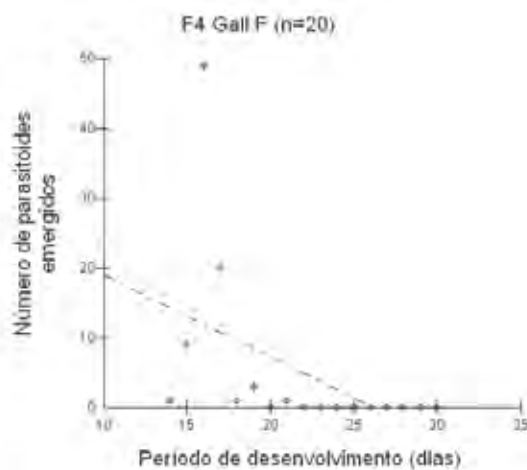


FIGURA 53. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (F4 Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

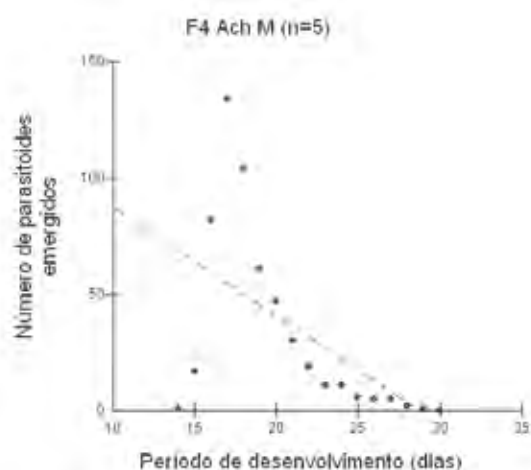


FIGURA 54. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

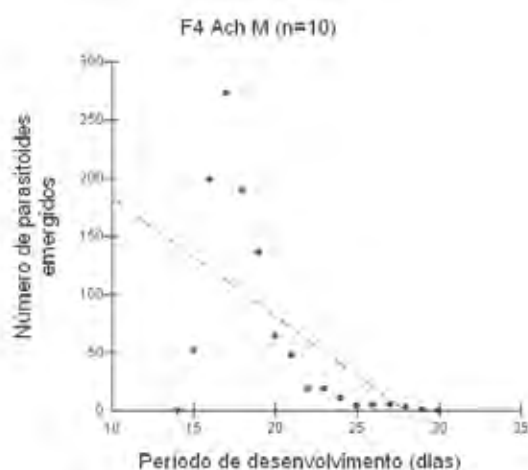


FIGURA 55. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

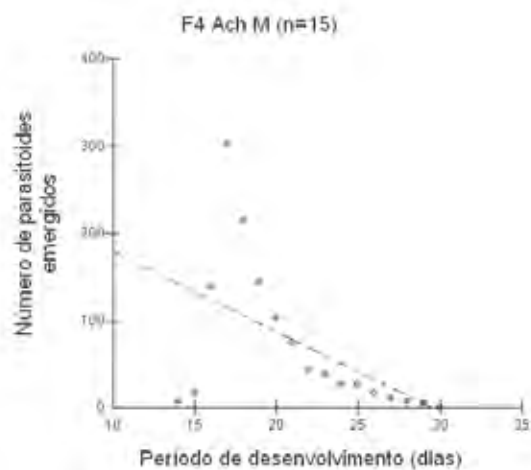


FIGURA 56. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

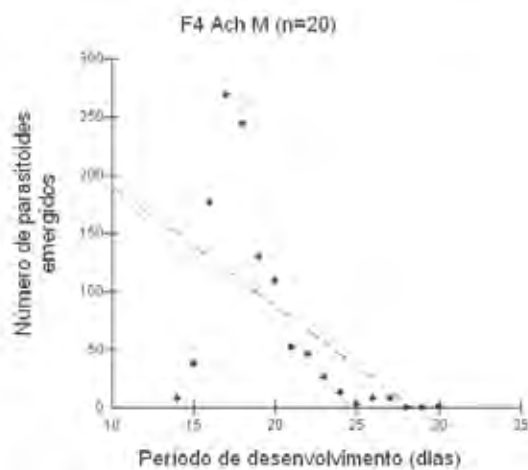


FIGURA 57. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

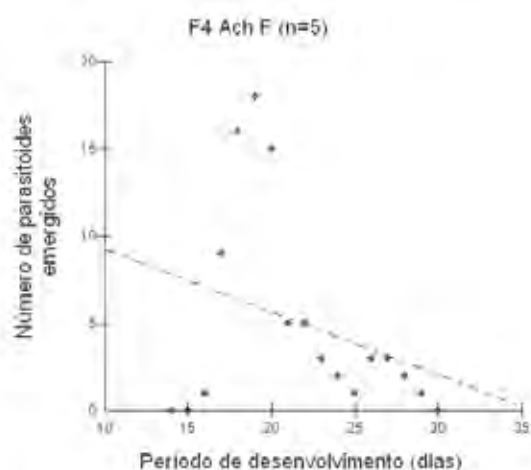


FIGURA 58. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

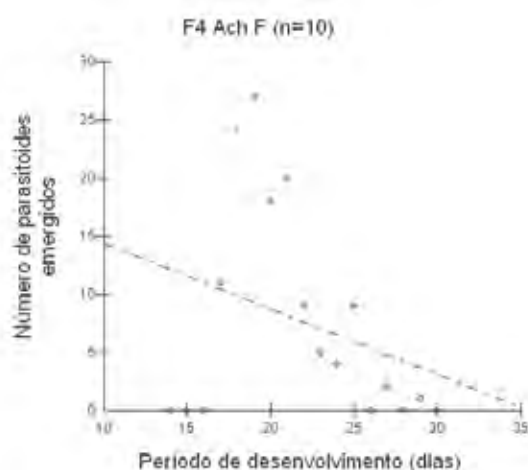


FIGURA 59. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

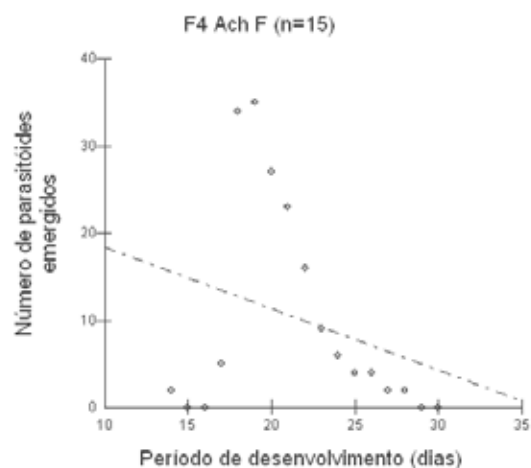


FIGURA 60. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

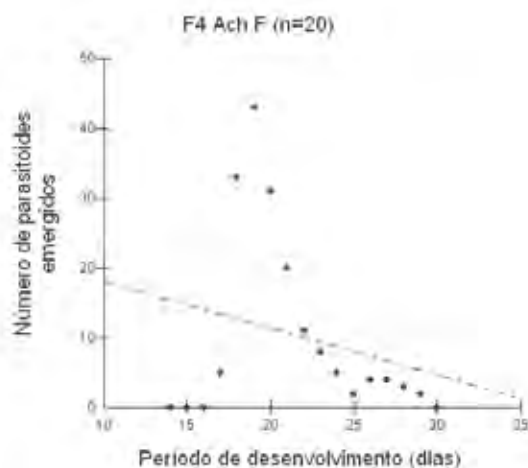


FIGURA 61. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de campo e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (F4 Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

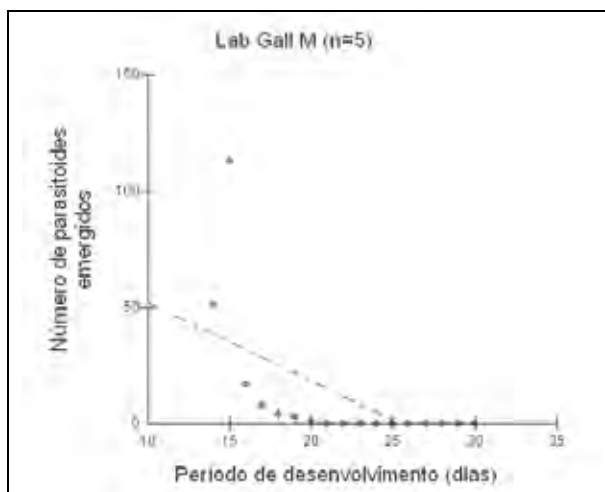


FIGURA 62. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

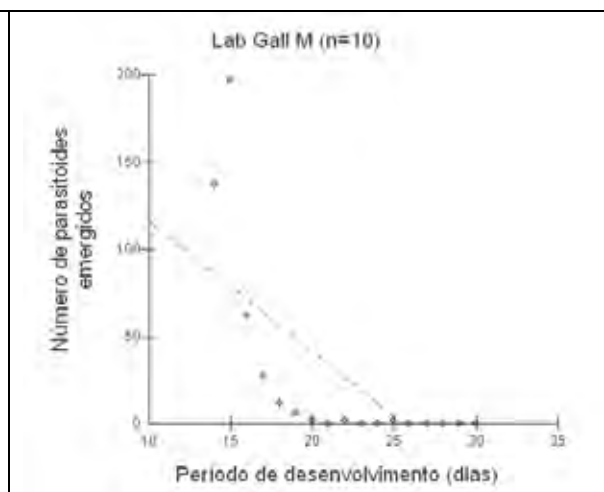


FIGURA 63. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

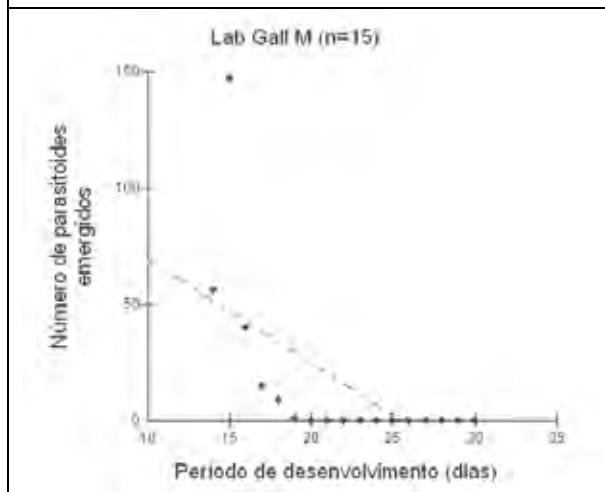


FIGURA 64. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

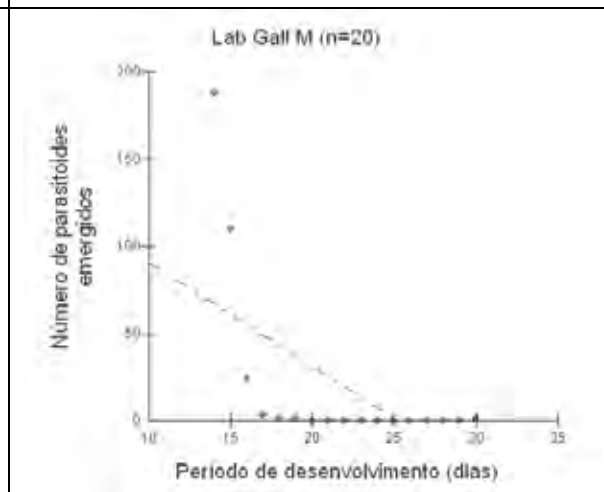


FIGURA 65. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

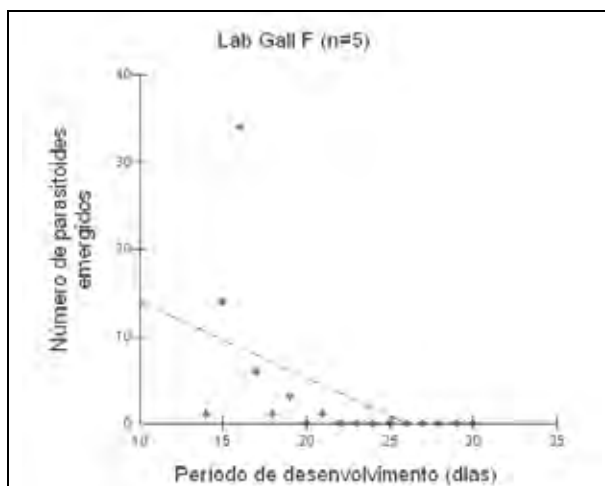


FIGURA 66. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

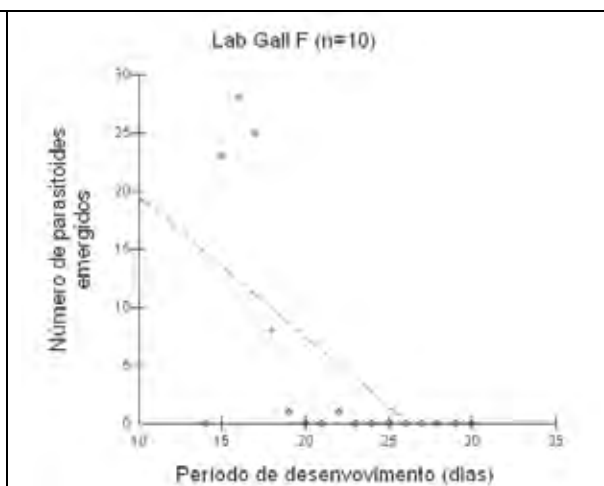


FIGURA 67. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

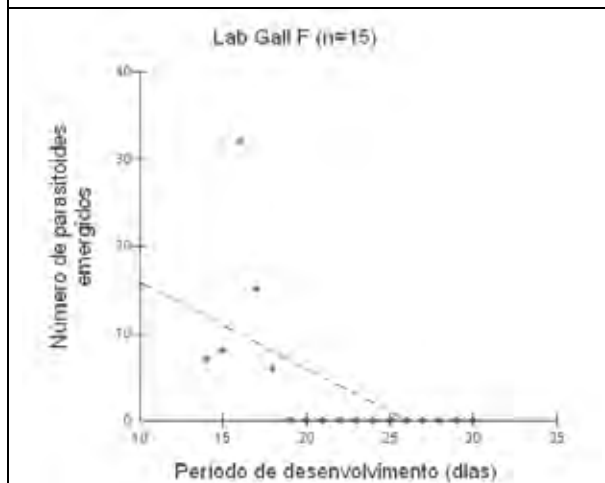


FIGURA 68. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

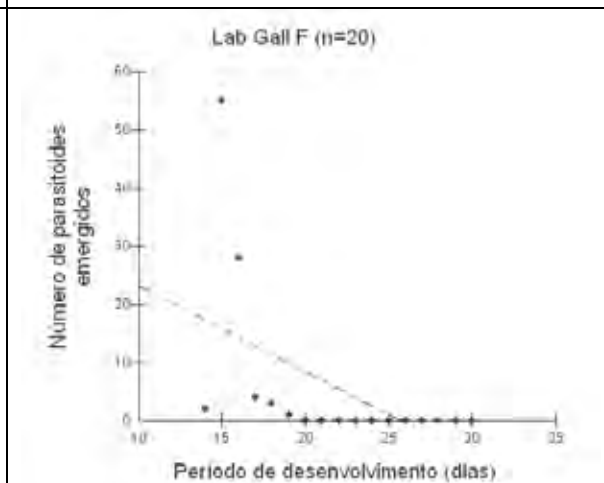


FIGURA 69. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *G. mellonella* parasitadas (Lab Gall), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

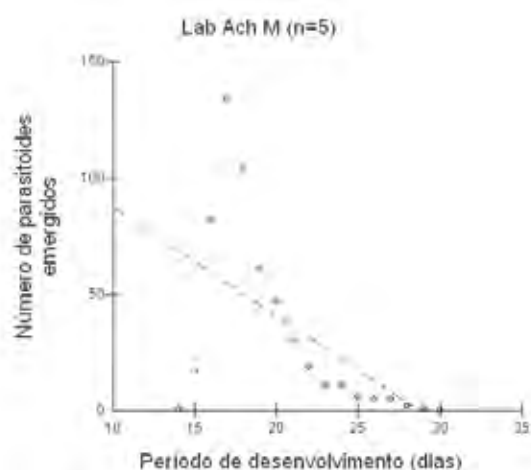


Figura 70. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

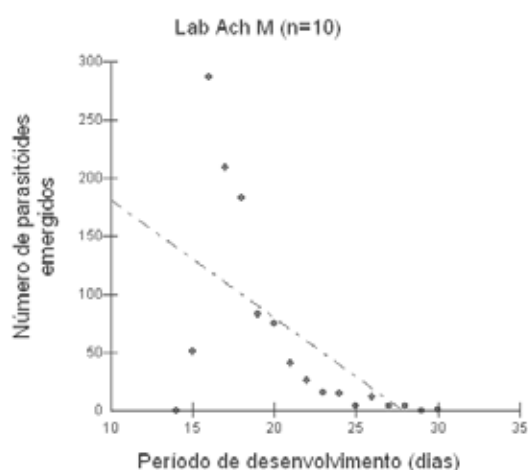


Figura 71. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

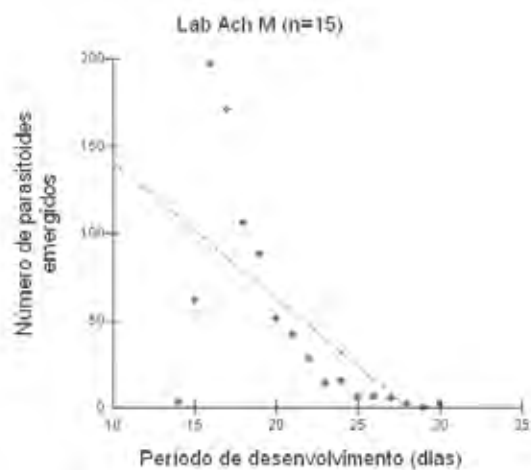


Figura 72. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

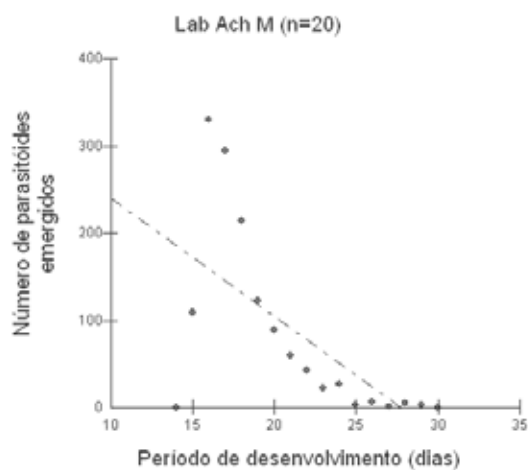


Figura 73. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes machos emergidos das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

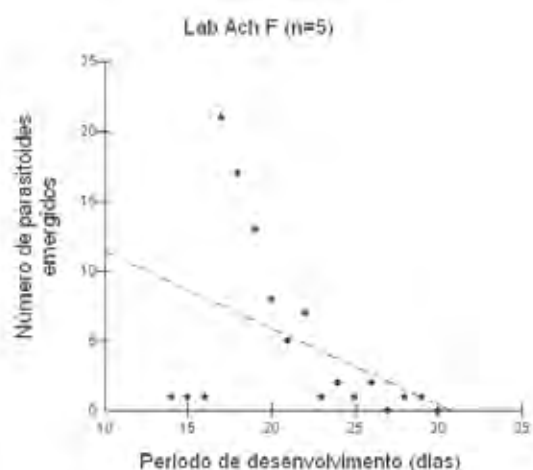


Figura 74. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 5 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

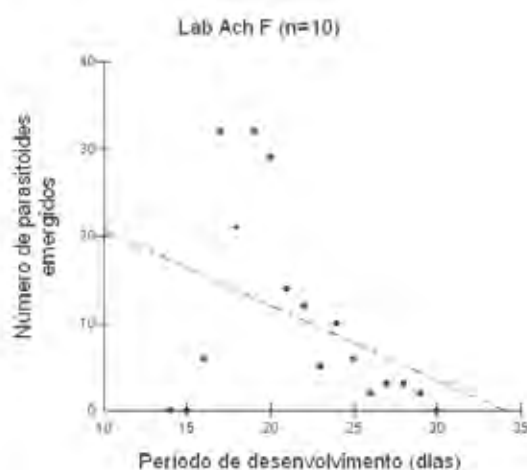


Figura 75. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 10 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

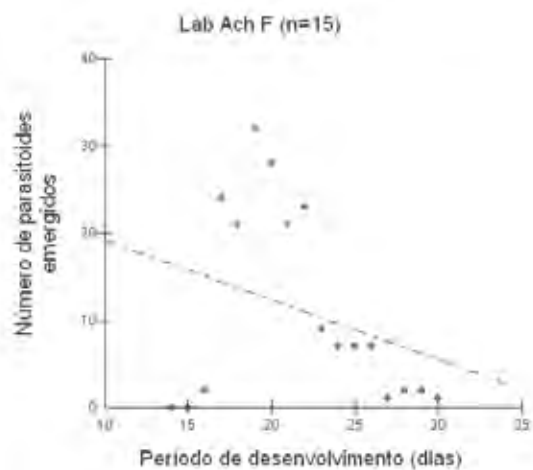


Figura 76. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 15 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

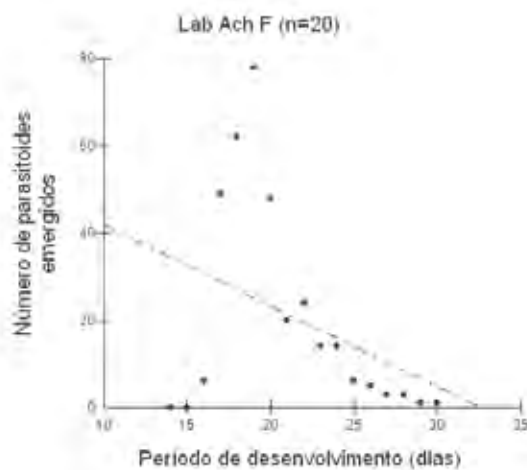


Figura 77. Análise de correlação de Pearson entre os dados referentes ao período de desenvolvimento de *A. galleriae* da população de laboratório e o número de descendentes fêmeas emergidas das lagartas de *A. grisella* parasitadas (Lab Ach), para a densidade de 20 lagartas hospedeiras/fêmea do parasitóide

DISCUSSÃO

Quando se comparou o peso das pupas dos parasitóides da população de campo e de laboratório, que se desenvolveram em lagartas de *G. mellonella* ou de *A. grisella*, observou-se que as pupas cujos hospedeiros foram lagartas da traça-maior geralmente apresentaram maior biomassa em relação àquelas provenientes de lagartas da traça-menor, conforme pode ser observado na Figura 44. O resultado da análise de covariâncias multifatorial do peso dos casulos de *A. galleriae* indicou interação significativa entre as variáveis “população” e “densidade de hospedeiros.” Além disso, o peso dos casulos dos parasitóides da população de campo foi menos influenciado pela densidade, em relação aos casulos da população de laboratório, pois, nesta última, houve uma diminuição acentuada nos valores dessa variável à medida que aumentou a densidade de lagartas hospedeiras oferecidas às fêmeas do parasitóide (Fig. 45). Como o hospedeiro representa um recurso finito, o fitness da fêmea do parasitóide é determinado pela frequência com que ela encontra hospedeiros, a qualidade nutricional dos mesmos e pelo número e pela razão sexual dos descendentes produzidos (STRAND, 1986; GODFRAY, 1994; MACKAUER, 1996). A qualidade do hospedeiro parasitado afeta o período de desenvolvimento do parasitóide, o tamanho do indivíduo adulto e a sua sobrevivência (JERVIS & COPLAND, 1996).

Ao estudarem as interações entre lagartas de 2º instar de *Leucania separata* (Lepidoptera: Noctuidae) e o endoparasitóide gregário *Apanteles ruficrus* (Hymenoptera: Braconidae), Tagawa *et al.* (1982) relataram que o peso dos descendentes do parasitóide tende a ser ligeiramente menor à medida que aumenta o número de ovos depositados no hospedeiro. Além disso, o período de desenvolvimento é maior e aumenta exponencialmente em hospedeiros jovens (HARVEY *et al.*, 1994).

Segundo os dados obtidos na presente pesquisa, o período médio de desenvolvimento dos parasitóides machos foi sempre mais rápido que o registrado para as fêmeas, independentemente do hospedeiro, da linhagem do parasitóide e da densidade de lagartas considerada. Além disso, os parasitóides que emergiram de lagartas de *A. grisella* apresentaram maiores períodos de desenvolvimento em relação aos que foram criados em lagartas de *G. mellonella*. Este resultado contraria os dados obtidos por Uçkan & Gülel (2000), que mencionaram que o período de desenvolvimento de *A. galleriae* foi mais rápido quando lagartas de *A. grisella* serviram de hospedeiras.

Conforme foi registrado na presente pesquisa, o período de desenvolvimento variou de 14,58 a 18,82 dias para os parasitóides machos e de 15,5 a 20,51 dias para as fêmeas. Além disso, a densidade de hospedeiros afetou a duração dessa fase (Tabela 22).

Em um trabalho anterior, Nomura (2004) verificou que o período de desenvolvimento de parasitóides machos e fêmeas foi influenciado pela espécie de lagarta hospedeira, o tipo de alimentação que as lagartas receberam (dieta artificial modificada de Guerra (1973) ou dieta natural) e o sexo do parasitóide considerado. As médias do período de desenvolvimento de machos e fêmeas de *A. galleriae* foram um pouco menores quando estes parasitóides se desenvolveram em lagartas de *G. mellonella* alimentadas com dieta artificial :15,99 $\pm$ 1,28 dias para os machos e 17,37 $\pm$ 1,47 dias para as fêmeas. Para as lagartas que receberam dieta natural, o mesmo autor registrou 16,70 $\pm$ 2,0 dias e 17,79 $\pm$ 2,2 dias para parasitóides machos e fêmeas, respectivamente. Os períodos de desenvolvimento dos parasitóides cujos hospedeiros foram lagartas de *A. grisella* submetidas a ambos os tratamentos, foram sensivelmente maiores (machos: 17,1 $\pm$ 1,95 dias; fêmeas: 18,1 $\pm$ 1,90 dias) para as lagartas hospedeiras alimentadas com dieta artificial, e 17,48 $\pm$ 2,61 dias e 20,45 $\pm$ 3,61 dias para machos e fêmeas, cujos hospedeiros foram alimentados com dieta natural.

Ergin *et al.* (2007) avaliaram o período de desenvolvimento de *A. galleriae* em lagartas de *A. grisella* expostas a diferentes concentrações do inseticida piretróide “Cypermethrin”. Os referidos autores relataram que o período de desenvolvimento foi de 27 - 35 dias nos parasitóides do grupo controle, enquanto que naqueles que parasitaram as lagartas expostas ao inseticida, o período da fase de ovo a adulto foi até 50% maior, sofrendo um incremento de 12 a 25 dias para completar o ciclo.

Freitas (2008) demonstrou que o aumento da temperatura ambiental diminui o período de desenvolvimento de *A. galleriae* em lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella*. Os menores períodos de desenvolvimento do parasitóide em lagartas da traça-maior foram registrados a 25 e 28°C (16,75 e 15,11 dias para machos e fêmeas, respectivamente), enquanto que nas lagartas da traça-menor o desenvolvimento mais rápido ocorreu a 28°C (17,50 e 16,53 dias para machos e fêmeas, respectivamente). Por outro lado, à temperatura de 31°C, o desenvolvimento dos parasitóides foi interrompido em ambos os hospedeiros. Manzano *et al.* (2000) demonstraram que o período de desenvolvimento do parasitóide *Amitus fuscipennis* (Hymenoptera: Platygasteridae) em *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) diminui quando a temperatura aumenta. Além da temperatura, o valor nutricional do hospedeiro também afeta o período de desenvolvimento do parasitóide. Observações semelhantes foram posteriormente registradas para o parasitóide *A. galleriae* e o hospedeiro *A. grisella*, quando lagartas desta espécie foram alimentadas com favos escuros e, portanto, mais ricos em pólen. Neste caso, o período de desenvolvimento variou de 25 a 27 dias para machos e fêmeas, respectivamente. Quando o hospedeiro recebeu apenas cera, os parasitóides machos levaram 52 dias para se desenvolver, enquanto que as fêmeas demoraram 54 dias para completar o desenvolvimento. Além disso, o período registrado para as fêmeas foi sempre superior em relação ao observado para os machos (UÇKAN & ERGIN, 2002).

CONCLUSÕES

Houve diferença significativa entre os pesos dos casulos da população de campo e de laboratório, criados em *A. grisella* e *G. mellonella*, para as quatro densidades de hospedeiros utilizadas. A ANCOVA indicou uma interação significativa entre as variáveis “população” e “densidade de hospedeiros.”

O peso dos casulos dos parasitóides da população de campo foi menos influenciado pela densidade em relação aos dados obtidos para a população de laboratório, pois neste grupo houve diminuição no peso dos casulos à medida que aumentou a densidade de lagartas hospedeiras submetidas ao parasitismo.

O período médio de desenvolvimento dos parasitóides machos foi mais rápido que o das fêmeas, independentemente da linhagem do parasitóide, espécie hospedeira e densidade de hospedeiros utilizada. Os parasitóides cujos hospedeiros foram lagartas de *A. grisella* apresentaram maiores períodos de desenvolvimento quando comparados aos que emergiram de *G. mellonella*.

Considerando as densidades analisadas, houve diferença significativa entre os valores de período de desenvolvimento, considerando as quatro densidades de hospedeiros, individualmente para os parasitóides machos e fêmeas dos quatro grupos experimentais (F4 Gall, F4 Ach, Lab Gall e Lab Ach), exceto para as fêmeas da população de campo criadas em *A. grisella*. Além disso, a densidade de hospedeiros interferiu no tempo de desenvolvimento da prole obtida nos quatro tratamentos.

Os resultados das análises dos dados obtidos para as quatro densidades de hospedeiros testadas na pesquisa indicaram uma correlação negativa entre o período do desenvolvimento e o número de parasitóides emergidos, ou seja, à medida que o período de desenvolvimento aumentou, diminuiu o número de descendentes obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M.; AYRES-JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 4.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil de Mamirauá; Brasília: CNPq; 2005. 324p.
- ERGIN, E.; AYLIN, E.; UÇKAN, F.; RIVERS, D. B. Effect of Cypermethrin exposed hosts on egg-adult development time, number of offspring, sex ratio, longevity and size of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). **Belg., J. Zool.**, Gent, v. 137, n. 1, p. 27-31, 2007.
- FADEL, R. **Estudo do relacionamento entre *Achroia grisella* L. (Lep.: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hym.: Braconidae)**. 1993. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.
- FREITAS, M. M. S. **Efeito da temperatura na biologia e desempenho reprodutivo do parasitóide *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) em *Galleria mellonella* Linnaeus e *Achroia grisella* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) como subsídio para a otimização de criação massal**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
- GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids**: behavioral and evolutionary ecology. Princeton: Princeton University Press, 1994, 473 p.
- GUERRA, M. S. **Bionomia das traças de cera *Galleria mellonella* L. e *Achroia grisella* F. no município de Piracicaba - São Paulo**. 133 f. Dissertação (Mestrado

em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1973.

HARVEY, J. A.; HARVEY, I. F.; THOMPSON, D. J. Flexible larval growth allows use of a range of host sizes by a parasitoid wasp. **Ecology**, New York, v. 75, n. 5, p. 1420-1428, 1994.

JERVIS, M. A.; COPLAND, M. J. W. The life cycle. In: JERVIS, M. A. & KIDD, N. A. C. (Eds.). **Insect natural enemies**: practical approaches to their study and evaluation. London: Chapman & Hall, 1996, p. 63-161.

MACKAUER, M. Sexual size dimorphism in solitary parasitoid wasps: influence of host quality. **Oikos**, Copenhagen, v. 76, p. 265-272, 1996.

MANZANO, M.R.; VAN LENTEREN, J. C.; CARDONA, C.; DROST, Y.C. Developmental time, sex ratio, and longevity of *Amitus fuscipennis* MacGown & Nebeker (Hymenoptera: Platygasteridae) on the greenhouse whitefly. **Biol. Control**, Orlando, v. 18, p. 94-100, 2000.

NOMURA, E. **Efeito da alimentação diferencial no ciclo de vida de *Achroia grisella* F. (Lepidoptera: Pyralidae) e *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) e na capacidade de discriminação do parasitóide *Apanteles galleriae* W. (Hymenoptera: Braconidae)**. 2004. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

RIBEIRO, J. C. **Estudo do relacionamento entre *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae)**. 1994. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

____ **Razão sexual de *Apanteles galleriae* Wilkinson (1932), (Hymenoptera: Braconidae) parasitando *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)**. 2000. 71 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

STRAND, M. R. The physiological interactions of parasitoids with their hosts and their influences on reproductive strategies. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. (Eds.). **Insect parasitoids**. London: Academic Press, 1986, p. 97-136.

TAGAWA, J.; SATO, Y.; TANAKA, T. Developmental interactions between the army worm *Leucania separata* (Lep.: Noctuidae) and its parasite *Apanteles ruficus* (Hym.: Braconidae). **Entomophaga**, Cedex, v. 27, n. 4, p. 447-454, 1982.

UÇKAN, F.; ERGIN, E. Effect of host diet on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity and size of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae). **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 31, n. 1, p. 168-171, 2002.

UÇKAN, F.; GÜLEL, A. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.: Braconidae)'nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri. ("Effects of host species on some biological characteristics of *Apanteles galleriae* Wilkinson") (Hym.: Braconidae). **Turk. J. Zool.**, Ankara, v. 24, p. 105-113, 2000.

WHITFIELD, J. B.; CAMERON, S. A.; RAMÍREZ, S. R.; ROESCH, K.; MESSINGER, S.; TAYLOR, O. M.; COLE, D. Review of the *Apanteles* species (Hymenoptera: Braconidae) attacking Lepidoptera in *Bombus* (*Fervidobombus*) (Hymenoptera: Apidae) colonies in the new world, with description of a new species from South America. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 94, n. 6, p. 851-857, 2001.

ZACARIN, G. G. **Avaliação dos processos interativos entre *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) e o parasitóide *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae)**, 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nos experimentos realizados na presente pesquisa indicaram que, quando lagartas de *G. mellonella* e *A. grisella* foram oferecidas a fêmeas do endoparasitóide *Apanteles galleriae* das populações de campo e de laboratório, as lagartas da traça-menor (*Achroia grisella*) foram 4,5 vezes mais parasitadas do que as de *G. mellonella*, independentemente da origem do parasitóide e da densidade de hospedeiros submetidos ao parasitismo. À medida que as fêmeas do parasitóide se tornaram mais velhas, houve uma diminuição significativa na taxa de parasitismo, no número de descendentes emergidos das lagartas das duas espécies hospedeiras e na razão sexual obtida em cada prole. Quando se comparou a longevidade máxima dos parasitóides obtidos para cada densidade utilizada, a análise conjunta das curvas de sobrevivência indicou que os valores obtidos para os parasitóides da população de campo foram maiores em relação aos da população de laboratório e os parasitóides criados em lagartas de *A. grisella* foram mais longevos que os emergidos de *G. mellonella*. Além disso, as maiores longevidades foram registradas para os machos da população de campo emergidos de *A. grisella* (F4 Ach Machos), vindo a seguir os valores obtidos para as fêmeas da mesma população, emergidas de *G. mellonella* (F4 Gall Fêmeas). No que se refere ao peso dos casulos, houve diferença significativa entre os valores registrados para os parasitóides das populações de campo e de laboratório, criados em lagartas de *A. grisella* e *G. mellonella*, para as quatro densidades de hospedeiros utilizadas na pesquisa. O peso dos casulos dos parasitóides da população de campo foi menos influenciado pela densidade de hospedeiros, em relação ao peso registrado para a população de laboratório. O período médio de desenvolvimento dos parasitóides machos foi mais rápido do que o das fêmeas, independentemente da linhagem do parasitóide, da espécie hospedeira e da densidade de hospedeiros considerada. A densidade interferiu no tempo de desenvolvimento da prole obtida nos quatro grupos experimentais (F4 Ach, F4 Gall, Lab Ach e Lab Gall). Houve correlação negativa entre o período de desenvolvimento e o número de parasitóides emergidos.

Prof. Dr. José Chaud Netto
Orientador

Erico Nomura
Orientado