

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BIOLOGIA EM DIFERENTES TEMPERATURAS E
OCORRÊNCIA DE *Prorops nasuta* WAT. E
Cephalonomia stephanoderis BETR.
(HYMENOPTERA: BETHYLIDAE) PARASITANDO
Hypothenemus hampei (FERR.)
(COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)**

**Vera Lúcia Rodrigues Machado Benassi
Bióloga**

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**

**BIOLOGIA EM DIFERENTES TEMPERATURAS E
OCORRÊNCIA DE *Prorops nasuta* WAT. E
Cephalonomia stephanoderis BETR.
(HYMENOPTERA: BETHYLIDAE) PARASITANDO
Hypothenemus hampei (FERR.)
(COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)**

Vera Lúcia Rodrigues Machado Benassi

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola)

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2007

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

VERA LÚCIA RODRIGUES MACHADO BENASSI – Nascida em 14 de Março de 1955 na cidade de Laranjal Paulista – SP, filha de Elias Rodrigues Machado e Maria da Conceição Bueno Machado. Bióloga, graduada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em janeiro de 1978. Foi Professora Adjunto na Fundação Faculdade de Agronomia “Luiz Meneguel” (FFALM), em Bandeirantes - PR, no período de agosto de 1980 a março de 1986. Em janeiro de 1983 obteve o título de Mestre em Ciências, área de concentração Entomologia, pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP) em Piracicaba - SP. Em abril de 1986 ingressou como pesquisadora na Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA), em Linhares - ES, posteriormente denominada de Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Responsável pelo Laboratório de Controle Biológico do Instituto, desenvolveu projetos com a broca-do-café e seus parasitóides. Em março de 2004 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia - Entomologia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP-FCAV) Campus de Jaboticabal - SP, no Departamento de Fitossanidade, concentrando seus estudos na área de Controle Biológico.

“É melhor tentar e falhar,
que preocupar-se e ver a vida passar;
é melhor tentar, ainda que em vão,
que sentar-se fazendo nada até o final.

Eu prefiro na chuva caminhar,
que em dias tristes em casa me esconder.
Prefiro ser feliz, embora louco,
que em conformidade viver ...”

(Martin Luther King)

Ao meu pai, minha mãe e melhor amiga, meu irmão Vítor,
onde estiverem, com a certeza que torceram por mim

OFEREÇO.

Ao meu esposo Antonio Carlos,
por todo o amor, companheirismo e
confiança em nossa luta.

Everton, Vivian e Anderson,
queridos filhos, meus projetos de vida
e Enzo

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter permitido vencer mais esta etapa da minha vida.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Fitossanidade, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli, pela permanente disposição e atenção na orientação, pelos ensinamentos e amizade.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, pela concessão de uma bolsa de pesquisa, possibilitando o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Antônio de Pádua Nacif pelo incentivo, compreensão e amizade, minha eterna gratidão.

Aos colegas, Dr. Adalton Raga e Dr. Paulo Rebelles Reis pela amizade, companheirismo e disposição na formação de equipe de trabalho.

Ao Instituto de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pela liberação no final do curso.

Ao meu esposo e filhos, pela compreensão da minha ausência em muitas horas, pelos auxílios nas coletas de frutos de café brocados e dissecação dos mesmos para obtenção dos hospedeiros das vespas.

A todos os docentes da FCAV- UNESP/Jaboticabal, pelos ensinamentos, em especial ao Dr. José Carlos Barbosa, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Às amigas de longas épocas, Leila e Margarete, pelas horas de lazer.

Aos colegas de curso, Lilia, Kelly, Rogéria, Zeneide, Tida, Zé Ignácio, Marina, Marília, pela amizade e convivência.

À Prof. Dra. Maria Angélica Penteado Dias da UFSCAR, pela atenção e permanente disposição em contribuir com os meus trabalhos.

A todos aqueles que me incentivaram e torceram por mim, em especial, a minha irmã Elza e irmão Elias, e aos colegas de trabalho, Fanton, Laércio e Moema.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	xi
SUMMARY	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Cultura do café: características e importância econômica	4
2.2. A broca-do-café, <i>Hypothenemus hampei</i>	5
2.2.1. Origem e distribuição	6
2.2.2. Características morfológicas e biológicas	7
2.2.3. Danos e importância econômica	8
2.2.4. Inimigos naturais	9
2.2.4.1. <i>Prorops nasuta</i> – vespa de Uganda	10
2.2.4.1.1. Histórico e situação atual de <i>P. nasuta</i> no Brasil e em outros países	11
2.2.4.2. <i>Cephalonomia stephanoderis</i> – vespa da Costa do Marfim .	14
2.2.4.2.1. Introdução de <i>C. stephanoderis</i> para a prática do controle biológico clássico	14
2.2.4.3. Características morfológicas, biológicas e comportamentais de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i>	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Obtenção dos exemplares dos parasitóides, identificação das espécies e metodologia de criação	17
3.2. Determinação dos parâmetros biológicos de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i>	19

SUMÁRIO

	Página
3.3. Levantamentos de campo, índices de parasitismo e mapeamento da ocorrência de parasitóides da broca-do-café nos estados do Espírito Santo e São Paulo	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Parâmetros biológicos de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i>	22
4.1.1. Ovo	22
4.1.1.1. Características morfológicas e período de incubação	22
4.1.1.2. Viabilidade dos ovos	25
4.1.2. Larva	26
4.1.2.1. Características e duração do período larval	26
4.1.2.2. Viabilidade das larvas	29
4.1.3. Pupa	31
4.1.3.1. Características das pupas	31
4.1.3.2. Duração do período pupal	33
4.1.3.3. Índices de ocorrência de pupas com casulos normais, mal formados e pupas sem casulo	34
4.1.3.4. Índices de viabilidade	36
4.1.3.4.1. Pupas com casulos normais	36
4.1.3.4.2. Pupas sem casulo.....	38
4.1.3.4.3. Pupas com casulos mal formados	40
4.1.3.4.4. Viabilidade total das pupas	41
4.1.4. Ciclo evolutivo total	42
4.1.4.1. Duração média do período de ovo-adulto de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i>	42
4.1.4.2. Índices de viabilidade total das formas imaturas de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i>	44

SUMÁRIO

	Página
4.1.4.3. Relação sexual	45
4.1.5. Fase adulta	46
4.1.5.1. Características e hábitos comportamentais	46
4.1.5.2. Longevidade das fêmeas	48
4.1.5.3. Período de pré-oviposição	50
4.1.5.4. Comportamento de oviposição	52
4.1.5.5. Período de oviposição	55
4.1.5.5.1. Número médio de ovos colocados por fêmea.....	55
4.1.5.5.2. Número médio de ovos por fêmea por semana	56
4.1.5.6. Período de pós-oviposição	60
4.2. Índices de parasitismo e ocorrência de parasitóides da broca-do-café nos estados do Espírito Santo e São Paulo.....	61
4.2.1. Levantamentos de parasitóides da broca-do-café no estado do Espírito Santo	61
4.2.2. Levantamentos de parasitóides da broca-do-café no estado de São Paulo	69
5. CONCLUSÕES	72
6. REFERÊNCIAS	73

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Intervalo de variação e período médio (\pm EP) de incubação de ovos em dias, de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> , mantidos às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h....	23
Tabela 2. Intervalo de variação e duração média (\pm EP) em dias do período larval de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> , mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h....	28
Tabela 3. Intervalo de variação e duração média (\pm EP) em dias do período pupal de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> , mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR= 70 \pm 10%. Fotofase: 10h ..	33
Tabela 4. Porcentagens de casulos normais, mal formados e pupas sem casulo de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i> , mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h ...	35
Tabela 5. Intervalo de variação e duração média (\pm EP) em dias do ciclo evolutivo de ovo-adulto de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> , mantidos às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h	42
Tabela 6. Relação sexual (fêmea : macho) de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h	46

LISTA DE TABELAS

	Página
<p>Tabela 7. Duração média (\pmEP) e intervalo de variação, em dias, da longevidade de fêmeas de <i>C. stephanoderis</i> e de <i>P. nasuta</i>, criadas nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1º C). UR= 70 \pm 10%. Fotofase 10h</p>	49
<p>Tabela 8. Duração média (\pmEP) e intervalo de variação em dias, do período de pré- oviposição de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> criadas nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1º C). UR 70 \pm 10 %. Fotofase: 10h</p>	50
<p>Tabela 9. Média (\pm EP) e intervalo de variação do número de ovos colocados por <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1º C). UR= 70 \pm 10%. Fotofase 10h</p>	55
<p>Tabela 10. Duração média (\pm EP) em dias do período de pós-oviposição de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> e porcentagem da longevidade sem ovipositar, nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1º C), UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h</p>	60
<p>Tabela 11. Número mínimo, médio e máximo de adultos de <i>C. stephanoderis</i> emergidos por fruto brocado e intervalo de emergência em dias, provenientes de amostras coletadas em municípios do estado do Espírito Santo. Ano 2001.</p>	67
<p>Tabela 12. Número mínimo, médio e máximo de adultos de <i>C. stephanoderis</i> emergidos por fruto brocado, proporção sexual e intervalo de emergência em dias, provenientes de amostras coletadas em municípios do estado do Espírito Santo. Ano 2002</p>	68

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 13. Número mínimo, médio e máximo de adultos de <i>C. stephanoderis</i> emergidos por fruto brocado, proporção sexual e intervalo de emergência em dias, provenientes de amostras coletadas em municípios do estado do Espírito Santo. Ano 2003	69
Tabela 14. Relação das espécies de parasitóides da broca-do-café constatadas em seis municípios do Estado de São Paulo. Período: 2004/06 ...	70

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Frascos plásticos onde eram mantidos os frutos brocados para a emergência dos parasitóides	18
Figura 2. a. Lâmina com as células para criação dos parasitóides <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i> . b. lâminas acondicionadas em bandejas plásticas no interior da câmara climatizada	19
Figura 3. a. Dissecção de frutos brocados para a obtenção de formas imaturas da broca-do-café. b. formas imaturas da broca-do-café	19
Figura 4. Ovos dos parasitóides: a. de <i>P. nasuta</i> . b. de <i>C. stephanoderis</i>	22
Figura 5. Viabilidade (%) de ovos de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i> mantidos às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^{\circ}$ C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h	25
Figura 6. Larva de <i>P.nasuta</i> (a) e de <i>C. stephanoderis</i> (b) (indicadas com as setas), parasitando larvas da broca-do-café	26
Figura 7. Larvas recém-eclodidas: a. vista ventral: <i>P. nasuta</i> . b. vista lateral: <i>C. stephanoderis</i> : i. sutura da cabeça. c. Larva recém eclodida de <i>C. stephanoderis</i> : ii – córion do ovo, iii. região anterior do corpo (cabeça) iv. região posterior. v. região que permanece no interior do corpo do hospedeiro. d. Ovo (acima) e larva recém eclodida (abaixo) de <i>C. stephanoderis</i> sobre larvas da broca-do-café	27

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 8. Viabilidade (%) de larvas de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> , mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h	30
Figura 9. Larvas do último ínstar. a. de <i>P. nasuta</i> ainda no exoesqueleto (i) de uma larva da broca-do-café. b. de <i>C. stephanoderis</i> ainda no exoesqueleto (i) da larva da broca. c. de <i>C. stephanoderis</i> ainda no exoesqueleto (ii) da pupa da broca. d. larva de <i>P. nasuta</i> começando a tecer. e. larva de <i>C. stephanoderis</i> tecendo o casulo	32
Figura 10. Pupa de <i>C. stephanoderis</i> encerrada em casulo (a). Pupa de <i>P. nasuta</i> com casulo mal formado (b) Pupas sem casulo: de <i>C. stephanoderis</i> (c), de <i>P. nasuta</i> (d)	32
Figura 11. Emergência (%) de adultos de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i> oriundos de pupas com casulos normais, criadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase 10h	37
Figura 12. Casulos normais obtidos à 17 ^o C. Adultos normais de <i>P. nasuta</i> que permaneceram nos casulo (a e b). Pupa de <i>C. stephanoderis</i> no interior do, sem transformar-se em adulto (c)	38
Figura 13. Emergência (%) de adultos de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i> oriundos de pupas sem casulo, criadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase 10h	39

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 14. Emergência (%) de adultos de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i> oriundos de pupas com casulos mal formados, criadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase 10h	40
Figura 15. Índices de viabilidade (%) do total das pupas de <i>P. nasuta</i> e <i>C. stephanoderis</i> formadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase 10h	41
Figura 16. Índices totais (%) de viabilidade do ciclo evolutivo de ovo-adulto de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> , mantidos às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h	44
Figura 17. Fêmea (a) e macho (b) de <i>C. stephanoderis</i> . Fêmea (c) de <i>P. nasuta</i>	47
Figura 18. a. Fêmea de <i>C. stephanoderis</i> sobre adulto da broca-do-café recém-emergido. b e c. adultos da broca-do-café predados pela fêmea de <i>C. stephanoderis</i>	48
Figura 19. Curva de regressão do período de pré-oviposição de <i>P. nasuta</i> e de <i>C. stephanoderis</i>	52
Figura 20. Regiões do corpo do hospedeiro (broca-do-café) onde são feitas as posturas do parasitóide (<i>C. stephanoderis</i>). a: ovo na região ventral da larva. b. ovo na região dorsal da pupa. c. larva da broca-do-café com dois ovos de <i>P. nasuta</i>	54

LISTA DE FIGURAS

	Página
<p>Figura 21. Distribuição das porcentagens de posturas de fêmeas de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> durante as semanas do período de longevidade, às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h</p>	58
<p>Figura 22. Porcentagens de fêmeas de <i>C. stephanoderis</i> e <i>P. nasuta</i> que ovipositaram por semana durante o seu período de longevidade às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h</p>	59
<p>Figura 23. Municípios do Espírito Santo com a presença de <i>C. stephanoderis</i> (em vermelho) e sem a vespa (em amarelo), durante o período de 2001-2003.</p>	62
<p>Figura 24. Porcentagens de frutos de café brocados com a presença do parasitóide <i>C. stephanoderis</i> em propriedades do Espírito Santo durante os períodos de safra e entressafra no ano de 2001</p>	63
<p>Figura 25. Porcentagens de frutos de café brocados coletados em diferentes propriedades do Espírito Santo, com a presença do parasitóide <i>C. stephanoderis</i>, durante os períodos de safra e entressafra no ano de 2002</p>	64
<p>Figura 26. Porcentagens de frutos de café brocados com a presença do parasitóide <i>C. stephanoderis</i> em propriedades do Espírito Santo durante o período de safra no ano de 2003</p>	64
<p>Figura 27. Municípios do estado de São Paulo (em vermelho), com a presença de parasitóides da broca-do-café</p>	70

BIOLOGIA EM DIFERENTES TEMPERATURAS E OCORRÊNCIA DE *Prorops nasuta* WAT. E *Cephalonomia stephanoderis* BETR. (HYMENOPTERA: BETHYLIDAE) PARASITANDO *Hypothenemus hampei* (FERR.) (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)

RESUMO - Avaliou-se o desenvolvimento de *Prorops nasuta* e *Cephalonomia stephanoderis*, em condições de laboratório, em câmaras climatizadas com temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C); umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 10 horas. Como hospedeiro dos parasitóides utilizou-se formas imaturas da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, fornecendo-se, diariamente, larvas do último ínstar e pupas para a oviposição, e ovos e larvas dos primeiros estádios para a alimentação. Os maiores índices de viabilidade total das fases imaturas de *C. stephanoderis* ocorreram nas temperaturas de 25° (80,3%) e de 29° C (76,6%), e para *P. nasuta*, à 21° (70,4%) e 25° C (61,0%). A 25° C, as durações médias de ovo-adulto foram de 22,8 e 19,8 dias, para *P. nasuta* e *C. stephanoderis*, respectivamente. A longevidade média das fêmeas das duas espécies foi mais elevada na temperatura de 17° C, de 91,3 e 162,2 dias, respectivamente, para *P. nasuta* e *C. stephanoderis*. Observaram-se diferenças significativas entre as médias dos períodos de pré-oviposição das duas espécies, em todas as temperaturas, excetuando-se entre as obtidas à 25° C. O número médio de ovos/fêmea, colocados nas temperaturas de 21 e 25° C, foram de 13,6 e 18,8; e, de 24,5 e 22,5, respectivamente, para *P. nasuta* e *C. stephanoderis*. Levantamentos de campo efetuados no período de 2001 a 2003, constataram a presença desta última espécie em dezoito municípios do Espírito Santo e em seis do estado de São Paulo. *P. nasuta* foi encontrada nos municípios paulistas de Campinas, Mococa e Dois Córregos. Constatou-se ainda, a espécie *C. hyalinipennis* nas localidades de Ribeirão Preto, Mococa e Campinas.

Palavras-Chave: cafeeiro, ciclo biológico, inimigos naturais, pragas, temperatura

BIOLOGY IN DIFFERENT TEMPERATURES AND OCCURRENCE OF *Prorops nasuta* WAT. AND *Cephalonomia stephanoderis* BETR. (HYMENOPTERA: BETHYLIDAE) PARASITING *Hypothenemus hampei* (FERR.) (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)

SUMMARY – It was evaluated the biological development of the parasitoids *Prorops nasuta* and *Cephalonomia stephanoderis*, in laboratory conditions, in acclimatized chambers at 17, 21, 25, 29 and 32 ($\pm 1^\circ$ C) constant temperatures; relative humidity of $70 \pm 10\%$ and a 10-hour photophase. As the parasitoid host, it was used immature phases of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, providing, daily, larvae and pupae for oviposition, as well as eggs and young larvae were supplied as food. The highest total viability indexes of *C. stephanoderis* development phases were obtained at temperatures of 25° C (80.3%) and 29° C (76.6%), while the most favorable indexes of *P. nasuta* were observed in 70.4 and 61.0% respectively, at temperatures of 21 and 25° C. The egg-adult period at 25° C ranged 22.8 and 19.8 days for *P. nasuta* and *C. stephanoderis* respectively. The average longevity of females from both species was higher at 17° C, reaching means duration of 91.3 and 162.2 days for *P. nasuta* and *C. stephanoderis*, respectively. Significant differences were observed between the pre-oviposition periods of both species in all temperatures, except for the ones obtained at 25° C. Females of *P. nasuta* laid a mean of 13.6 and 18.8 eggs, and females of *C. stephanoderis* laid a mean of 24.5 and 22.5 eggs, at 21 and 25° C respectively. A survey of the parasitoids was carried out between 2001 and 2003 in different coffee plantation sites in Espírito Santo State and São Paulo State. The presence of *C. stephanoderis* was detected in eighteen coffee areas of Espírito Santo State and in six sites of São Paulo State. *P. nasuta* was record in Campinas, Mococa and Dois Córregos, in São Paulo State. It was also observed the *C. hyalinipennis* in three sites of São Paulo State.

Key words: biological cycle, coffee plant, parasitoid, pests, temperatures

1. INTRODUÇÃO

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), é de origem africana e constitui-se numa das mais importantes pragas do cafeeiro, estando distribuída em quase todos os países onde se cultivam as diferentes espécies do gênero *Coffea* (LE PELLEY, 1968).

Há indícios de que o inseto foi introduzido no Brasil, no município de Campinas, São Paulo, no ano de 1913, a partir de amostras de sementes de café provenientes do Congo Belga ou de Java (BERTHET, 1913).

Somente em 1924, sua presença foi registrada oficialmente, quando a região infestada já era considerável e os prejuízos econômicos expressivos (BERGAMIN, 1945). De acordo com AZEVEDO (1925), a rápida disseminação da broca foi resultado do abandono de muitas lavouras, devido às condições climáticas adversas, ocorridas no período de 1920 a 1924. A partir daí, o inseto foi disseminando-se, estando atualmente, presente em todas as regiões brasileiras onde se cultiva o café (REIS & SOUZA, 1998).

Os prejuízos causados pela broca são caracterizados pelo ataque aos frutos de todas as espécies do gênero *Coffea*, em todos os estádios de maturação. Os danos diretos resultam da queda de frutos no início da sua formação, da destruição total ou parcial das sementes e da depreciação no valor do produto (LE PELLEY, 1968). Indiretamente, a qualidade da bebida do café também é afetada pela presença de microorganismos, principalmente dos fungos dos gêneros *Fusarium* e *Penicillium* os quais penetram nos frutos, através do orifício feito pelo inseto (REIS, 2002).

O controle da praga, quando realizado, é feito basicamente através de produtos químicos, altamente tóxicos, os quais, muitas vezes causam problemas toxicológicos e ambientais, com riscos de proporcionarem a presença de resíduos nos grãos de café.

Além disso, podem causar resistência, conforme já constatado na Nova Caledônia (BRUN et al., 1989; GINGERICH et al., 1996).

Como inimigos naturais da broca são citados predadores, entomopatógenos e os parasitóides africanos *Prorops nasuta* Waterston, 1923 e *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethyridae); *Phymastichus coffea* La Salle, 1990 (Hymenoptera: Eulophidae) e *Heterospilus coffeicola* Schmiedeknecht, 1924 (Hymenoptera: Braconidae) (HEMPEL, 1934; TICHELER, 1961; LE PELLEY, 1968; LA SALLE, 1990; BUSTILLO et al., 2002).

A broca foi introduzida no Brasil sem os seus agentes naturais de controle, e devido a sua importância para a cultura do café, no ano de 1929, *P. nasuta* foi importada de Uganda para o estado de São Paulo (HEMPEL, 1934). Vários estudos sobre a sua biologia, comportamento e técnicas de criação foram desenvolvidos. A multiplicação foi realizada em laboratório e nas propriedades rurais e liberada em quase todos os municípios paulistas (HEMPEL, 1933, 1934).

Com o aparecimento dos inseticidas clorados, surgiu a perspectiva da sua utilização no controle da broca (HEINRICH, 1960). A possibilidade da aplicação desses produtos foi evidenciada por SEIXAS (1947) e SAUER et al. (1947), e a prática passou a ser adotada a partir de 1948, em São Paulo e norte do Paraná. Posteriormente, passou-se a admitir que *P. nasuta* não havia se adaptado ao novo ambiente e até mesmo havia sido extinta (HEINRICH, 1965).

Durante vários anos não se teve informações sobre o parasitóide, sendo que, o primeiro registro da sua presença após esse período foi feito por YOKOYAMA et al. (1977) em Piracicaba, SP. Outros relatos surgiram depois, na Zona da Mata, MG por FERREIRA (1980); Cornélio Procópio, PR (CARNEIRO FILHO, 1984); em Itaguaçu, Linhares e Marilândia, ES (BENASSI, 1995b); em Lavras, MG (FERREIRA & BUENO, 1995) e mais recentemente, em Campinas e Mococa, SP (BENASSI & BUSOLI, 2006).

Essas ocorrências evidenciam que, apesar de despercebida, *P. nasuta* continua exercendo sua atividade no controle natural da broca-do-café em algumas regiões brasileiras.

C. stephanoderis foi descoberta na Costa do Marfim em 1961, e a partir da década de oitenta foi introduzida em vários países para o controle biológico da broca-do-café.

As primeiras introduções de *C. stephanoderis* foram feitas pelo Equador e México, em 1988 (KLEIN-KOCH et al., 1988; BARRERA et al., 1990a, 1990b). Nos anos seguintes, outros países também importaram a espécie: El Salvador, Guatemala e Honduras, em 1990 (BARRERA et al., 1990a); Colômbia, Jamaica, Nicarágua, Indonésia e Nova Caledônia, em 1989 (BAKER, 1999).

No Brasil, a espécie foi introduzida no estado do Espírito Santo, em 1994 (BENASSI, 1995a). Entretanto, sua presença já havia sido constatada no estado em 1986, quando foi referida como *Cephalonomia* sp. por dificuldades na identificação da espécie (BENASSI & BERTI FILHO, 1989; BENASSI, 1995b). Somente no ano de 2006 o inseto foi identificado como *C. stephanoderis* (BENASSI & BUSOLI, 2006).

Registros posteriores da ocorrência da vespa da costa do Marfim também foram feitos nos estados de São Paulo e Rondônia (BENASSI & BUSOLI 2006; SOUZA et al., 2006). Desta forma, supõe-se que a espécie foi introduzida anteriormente, provavelmente de forma acidental, através de amostras de café, semelhante ao ocorrido com a broca, seu hospedeiro natural.

A cultura do cafeeiro apresenta grande importância econômica e social para o Brasil e o mercado consumidor torna-se cada vez mais exigente por produtos livres de resíduos químicos, além disso, é essencial a conservação do meio ambiente e a minimização dos danos causados pela broca-do-café. Embora os parasitóides *P. nasuta* e *C. stephanoderis* sejam importantes agentes de controle da broca, as informações sobre a sua biologia e comportamento são escassas.

Neste contexto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de determinar, em condições de laboratório, os parâmetros biológicos de *P. nasuta* e de *C. stephanoderis* em temperaturas controladas e constantes. Em condições de campo, objetivou verificar a ocorrência de parasitóides e os índices de parasitismo, em dezenove municípios do estado do Espírito Santo e seis municípios de São Paulo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do café: características e importância econômica

O gênero *Coffea* L. possui cerca de cem espécies (CRAMER, 1957), sendo que, apenas duas delas apresentam importância comercial e são cultivadas de maneira extensiva: *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre ex Froehner.

A espécie *C. arabica* é nativa do nordeste da África, área que compreende o sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, e cultivada atualmente nas regiões tropicais com altitudes acima de 500 metros e temperaturas médias anuais de 19 a 22° C. *C. canephora* é originária das regiões equatoriais do continente africano, com altitudes inferiores a 850 metros, quentes e úmidas da bacia do Congo, estando, portanto, adaptada às condições de temperaturas mais elevadas, com média anual na faixa de 22 a 26° C (MATIELLO, 1998).

O Brasil é o maior produtor mundial, maior exportador e o segundo país consumidor de *C. arabica*. Nos últimos 35 anos, obteve uma produção média anual de 24,3 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado. Esta atividade gera, aproximadamente, 10 milhões de empregos diretos e indiretos. Dos cafeicultores brasileiros, 70% são classificados como pequenos produtores, possuindo no máximo, 20 hectares de área de café. Este grupo detém apenas cerca de 30% do parque cafeeiro nacional. O estado de Minas Gerais é o maior produtor de arábica, contribuindo, aproximadamente, com 50% da produção brasileira (GUIMARÃES et al., 2002).

Em relação a *C. canephora*, o Brasil destaca-se por ser o segundo maior produtor do mundo, com cerca de 24% da produção, superado pelo Vietnã, que detém 27,8% do mercado mundial (AGRIANUAL, 2006). Essa espécie é cultivada nas

regiões quentes e com altitudes abaixo de 500 metros (MATIELLO, 1998), sendo os principais estados produtores, o Espírito Santo, Bahia e Rondônia (AGRIANUAL, 2006). Os grãos dessa espécie dão origem à bebida caracterizada como neutra, e utilizados na manufatura de café solúvel e na elaboração de “blends” (CARVALHO, 1998).

2.2. A broca-do-café, *Hypothenemus hampei*

Dentre as inúmeras espécies de insetos associadas à cultura do cafeeiro, destacam-se, como pragas principais, a broca-do-café, *H. hampei*, atacando os frutos, e o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) danificando as folhas.

A broca foi descrita em 1867 por Ferrari, na França, a partir de exemplares provenientes de café comercializado, denominando-a de *Cryphalus hampei*.

Eichhoff (1871), citado por TICHELER (1961) estabeleceu o gênero *Stephanoderes*, distinguindo-o de *Cryphalus* pelo número de artículos do flagelo da antena, situando *C. hampei* neste gênero. Em 1910, Von Max Hagerdon considerou-a como tipo de uma nova espécie, a partir do exame de exemplares provenientes de Uganda, denominando-a de *S. coffeae* (TICHELER, 1961).

Entretanto, SAMPSON (1923) relata que a espécie descrita por Hagerdon era idêntica à estudada por Ferrari. Em 1961, Browne reexaminou a espécie e confirmou tratar-se de *S. hampei* (JOHANNESON & MANSINGH, 1984).

Durante vários anos os cientistas utilizaram os nomes científicos *S. hampei* e *S. coffeae* para se referirem à broca-do-café. Entretanto, Wood (1954), citado por TICHELER (1961) relatou que o gênero *Stephanoderes* deveria ser considerado sinônimo do gênero *Hypothenemus*, descrito por Westwood em 1834, por não existir diferença que justificasse a presença dos dois. O autor propôs a unificação, assim, atualmente, o nome científico utilizado para a broca-do-café é *H. hampei* (Ferrari, 1867), pertencente à Família Scolytidae, Subfamília Ipinae, Tribo Cryphalini.

2.2.1. Origem e distribuição

De acordo com BERGAMIN (1943) e COSTA LIMA (1956), provavelmente a broca seja originária da África Equatorial, região de Uganda ou Quênia. Outros afirmam ser da Abissínia ou Etiópia, berço do café (*Coffea* spp.) ou ainda da África Central, onde se encontra a espécie *C. canephora*, considerada seu hospedeiro primário (MURILLO, 1991). CORBETT (1933) citou Angola como local de origem da broca, de onde se disseminou para Uganda, Tanganyika e Quênia, em 1929.

TICHELER (1961) relatou que estas afirmações não são muito justificadas porque a broca foi relatada na mesma época em diferentes países africanos.

Embora a descrição de *H. hampei* tenha sido feita em 1867, sua presença no campo somente foi observada em 1901, ano em que foi registrada no Congo (Fleautiaux, 1901, citado por COSTA LIMA, 1956). No período de 1902 a 1904 foi registrada nos territórios franceses de Oubangi-Chari e Chade (CHEVALIER, 1947).

Em Uganda, diversos ataques da broca foram noticiados em 1908 e 1909 (HARGREAVES, 1926). Em Java, o inseto foi introduzido em 1909, segundo Van Der Weele (1910), citado por LE PELLEY (1968).

Após esse período, os relatos sobre a presença da praga tornam-se numerosos. No ano de 1913 foi observada em Angola e em 1914, na Libéria (COSTA LIMA, 1956). Em Selangor, na Península da Malásia foi descoberta em 1929, proveniente de Java ou Sumatra, segundo CORBETT (1933).

Atualmente, a broca encontra-se estabelecida em inúmeros países da África, Ásia e na Oceania: em Nova Caledônia, Papua e Nova Guiné (CANTOR et al., 2001).

Na América Central o primeiro relato da presença da broca foi feito na Guatemala em 1971 (HERNÁNDEZ-PAZ, 1975). Anos mais tarde, em 1977, foi constatada em Honduras (MUÑOZ-HERNÁNDEZ, 1991), em 1978, na Jamaica e México (REID, 1983). Em El Salvador foi observada em 1981 (GARCIA, 1985), Nicarágua, em 1988 (MONTERREY, 1991), Cuba, em 1994 (HERNÁNDEZ, 2002) e República Dominicana em 1995 (MUÑOZ-HERNÁNDEZ, 1998).

Na América do Sul, o primeiro país no qual se constatou a praga, foi o Brasil no ano de 1913, no município de Campinas, estado de São Paulo (BERTHET, 1913). Somente em 1960 foi encontrada no Suriname (TICHELER, 1961) e em 1962 no Peru (INGUNZA, 1964). Na Bolívia foi reportada no ano de 1978 (ROMERO, 1990), no Equador, em 1981 (KLEIN-KOCH et al., 1988) e na Colômbia em 1988 (CÁRDENAS & BUSTILLO, 1991).

2.2.2. Características morfológicas e biológicas

O ciclo vital do inseto tem sido estudado em laboratório, em frutos de café maduros (BERGAMIN, 1943), em sementes despulpadas de café (BENAVIDES & PORTILLA, 1990) e em algumas dietas artificiais (VILLACORTA & BARRERA, 1993; BRUN et al., 1993).

CANTOR et al. (2001) relacionaram diversos estudos feitos por vários autores sobre o ciclo biológico da broca, apresentando grandes variações entre os resultados.

BERGAMIN (1943) encontrou uma duração média de 7,6 dias para o ovo, a 22,7° C e para o período larval de 14 a 27 dias, à temperatura variando de 10 a 28° C. Para as pupas observou uma média de 4 a 10 dias, e para os adultos, encontrou uma longevidade média de 156,5 dias para as fêmeas e um intervalo de 40 a 50 dias para os machos.

Em relação à morfologia de *H. hampei*, um dos estudos mais detalhados foi elaborado por BERGAMIN (1943), sendo até o presente, considerado como ponto de referência para diversos trabalhos. A descrição das características morfológicas relatadas a seguir são de autoria desse autor.

Os ovos da broca apresentam formatos e dimensões variáveis, de acordo com as condições em que são colocados, apresentando a forma elíptica ou levemente ovóide, com cutícula brilhante, à temperatura de 25° C e umidade relativa próxima de 100%, e mais compridos com forma cilíndrica e cutícula leitosa e brilhante, quando colocados em frutos secos. As larvas apresentam coloração esbranquiçada e são ligeiramente transparentes, medindo 0,75 mm de comprimento por 0,23 mm logo após a eclosão,

chegando a 2,0 mm de comprimento por 0,70 mm de largura quando completamente desenvolvidas. As pupas são brancas nos primeiros dias, apresentando a cabeça completamente encoberta pelo pronoto, sendo as antenas e peças bucais livres e distintas. Na fase adulta, ambos os sexos são semelhantes em relação à coloração, que é negra, diferenciando-se, entretanto, em relação ao tamanho, sendo a fêmea maior, chegando a medir entre 1,50 e 1,75 mm de comprimento por 0,70 mm de largura, enquanto que, os machos apresentam o comprimento do corpo entre 1,25 e 1,50 mm por 0,60 mm de largura. Estes não voam por apresentarem as asas posteriores atrofiadas e permanecem constantemente no interior dos frutos, onde ocorre a cópula e a fecundação.

2.2.3. Danos e importância econômica

A broca-do-café é uma das pragas mais severas do cafeeiro em todo o mundo, pois ao atacar os frutos nos diferentes estádios de maturação, reduz a produtividade e a qualidade do produto (REIS, 2002).

Os danos diretos na produção podem ser percebidos desde a formação dos frutos, época que pode iniciar o ataque, provocando a queda prematura dos mesmos e causando redução na colheita de até 80% (LE PELLEY, 1968).

Embora o ataque da broca seja iniciado nos frutos muito verdes, nesses não são verificadas posturas. Entretanto, com o início da maturação, a oviposição inicia-se, evoluindo nos estádios subseqüentes, podendo mesmo infestar grãos secos, com certo grau de umidade. Com o ataque nestes estádios, a destruição das sementes é total ou parcial, podendo causar perdas que chegam a 21% ou 12,6 kg por saco de 60 kg de café beneficiado (REIS & SOUZA, 1998).

Indiretamente, os danos são decorrentes da presença de patógenos secundários como fungos dos gêneros *Fusarium* e *Penicilium* (CHALFOUN et al., 1984; REIS, 2002), os quais penetram nas sementes através do orifício feito pela praga no fruto, depreciando a qualidade da bebida do café.

Atualmente, as regiões brasileiras que apresentam os maiores índices de infestação da broca são principalmente aquelas onde se cultiva a espécie *C. canephora*, como por exemplo, no norte do estado do Espírito Santo, onde as temperaturas e umidade relativa elevadas favorecem a multiplicação do inseto, aliada à desuniformidade na maturação dos frutos, o que proporciona uma maior oferta de alimento (BENASSI et al., 2003).

2.2.4. Inimigos naturais

Como os mais importantes agentes de controle biológico da broca são citados os parasitóides africanos pertencentes à Ordem Hymenoptera: *P. nasuta* e *C. stephanoderis*, família Bethyidae; *Phymastichus coffea*, família Eulophidae e *Heterospilus coffeicola*, da família Braconidae (HARGREAVES, 1926; HEMPEL, 1934; TICHELER, 1961; LA SALLE, 1990).

Outra espécie de betilídeo parasitando as formas imaturas da broca foi registrada no México, identificada como *Cephalonomia hyalinipennis* Ashmead (PÉREZ-LÁUCHAUD, 1998). Posteriormente, no Brasil também a espécie foi registrada em alguns municípios do estado de São Paulo (BENASSI & BUSOLI, 2006).

Um betilídeo, a princípio denominado *Cephalonomia* sp. foi encontrado ocorrendo naturalmente desde o ano de 1986, nas lavouras de *C. canephora*, no estado do Espírito Santo (BENASSI & BERTI FILHO, 1989; BENASSI, 1995b). Posteriormente, foi identificado como *C. stephanoderis*, ocorrendo também em São Paulo (BENASSI & BUSOLI, 2005; BENASSI & BUSOLI, 2006) e Rondônia (SOUZA et al., 2006).

Na região norte do Espírito Santo, no ano de 2002, os índices médios de parasitismo da broca por *Cephalonomia* sp., no período de entressafra, foram de 7,9% em frutos caídos ao solo e de 26,7% para aqueles pendentes nos ramos (BENASSI et al., 2003).

Alguns predadores de menor importância na redução da população da praga foram também registrados, como a espécie de percevejo, *Dindymus rubiginosus*

(Homoptera: Pyrrhocoridae) ocorrendo em Java (CORBETT, 1933), cuja biologia foi estudada por GHESQUIÈRE (1933).

Na Colômbia, BUSTILLO et al. (2002) encontraram ninfas e adultos dos percevejos dos gêneros *Calliodes* e *Scoloposcelis*, família Anthocoridae, alimentando-se das formas imaturas da broca.

A predação de adultos da broca em vôo por andorinhas foi observada por OLIVEIRA FILHO (1927) no Brasil e Leefmans (1936), citado por LE PELLEY (1968) em Java.

Também a formiga *Crematogaster curvispinosus* foi relatada como predadora de formas imaturas de *H. hampei*. Para esta atividade, o inseto alarga o orifício de penetração da broca em toda a sua extensão, deixando-o com o formato circular (FONSECA & ARAÚJO, 1939; BENASSI, 1995b). Na Colômbia, BUSTILLO et al. (2002) observaram as formigas dos gêneros *Solenopsis*, *Pheidole*, *Wasmannia*, *Paratrechina*, *Crematogaster*, *Brachymyrmex* e *Prenolepis* carregando as formas jovens da broca para fora dos frutos.

Como entomopatógeno, infectando adultos da broca, o fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. tem sido relatado mais frequentemente por diversos autores (PASCALET, 1939; TICHELER, 1961; VILLACORTA, 1984; BENASSI, 1995b; BUSTILLO et al., 1999). Outras espécies de fungos também têm sido relacionadas: *Hirsutella eleutheratorum* (Nex ex Gray) Petch. (POSADA et al., 1993), *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (CÁRDENAS, 1995; BUSTILLO et al., 1999) e *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson (POSADA et al., 1998; BUSTILLO et al., 1999).

2.2.4.1. *Prorops nasuta* – vespa de Uganda

A espécie *P. nasuta*, conhecida comumente por vespa de Uganda, pertence à Ordem Hymenoptera, Superfamília Crhysidoidea, família Bethyidae.

A primeira observação sobre esse inimigo natural data de 1923, ano da sua constatação em Kampala, Uganda (HARGREAVES, 1926). A partir dos exemplares

coletados naquele país, foi feita a sua identificação e descrição como espécie nova por WATERSTON (1923), como o primeiro representante de um gênero também novo.

Segundo LE PELLELY (1973) na África, a espécie encontra-se distribuída em Uganda, Quênia, Tanzânia, Congo, Camerão, Costa do Marfim e Togo.

2.2.4.1.1. Histórico e situação atual de *P. nasuta* no Brasil e em outros países

A broca-do-café foi introduzida no Brasil, no município de Campinas, estado de São Paulo, sem os seus inimigos naturais, passando a causar enormes prejuízos à cafeicultura paulista, a partir de 1924. Tomando conhecimento da existência do betilídeo *P. nasuta* na África e dos trabalhos realizados para a sua introdução em Java, AZEVEDO (1925) aconselhou que se fizesse a sua importação para o Brasil, a fim de se iniciar o controle biológico da broca.

Segundo DUARTE (1948) também nessa época, Costa Lima havia proposto um plano de controle da praga, no qual incluía a imediata introdução das espécies *P. nasuta* e *H. coffeicola*, porém a Comissão de Serviço de Defesa do Café, em São Paulo, alegou que a broca já havia se disseminado amplamente, adiando a execução do projeto.

Somente em março de 1929, Adolph Hempel foi enviado a Kampala, Protetorado de Uganda, com o objetivo de coletar a espécie *P. nasuta* naquela região e introduzi-la no estado de São Paulo. Em junho de 1929, o pesquisador trazia cerca de 1692 exemplares da vespa para o Brasil. Fez a sua multiplicação em laboratório até a sexta geração e, no início de 1930, liberou os primeiros exemplares em algumas fazendas do município de Campinas. Daquela data até setembro do mesmo ano, o parasitóide foi colonizado em 48 fazendas, em dez municípios paulistas (HEMPEL, 1933, 1934).

Naquela época, os produtores foram incentivados a efetuarem a multiplicação do inseto em suas propriedades, através da construção de insetários (LEITE, 1935; FONSECA, 1937; FONSECA & MORAES, 1938; TOLEDO, 1943).

Verificava-se o estabelecimento da *P. nasuta* em muitas fazendas, entretanto, os primeiros resultados da sua ação somente foram constatados no ano de 1933, pois, o café das lavouras onde a vespa havia sido liberada, apresentava um rendimento maior e um aspecto melhor em relação à safra anterior (HEMPEL, 1934). De acordo com RONNA (1934), a vespa de Uganda havia reduzido a população da broca a 3%, sendo que, nos anos anteriores, a infestação tinha atingido o índice de 60%.

Em 1939, muitos produtores começaram a se desinteressar pela criação da vespa, alegando que a broca não mais ocorria em suas propriedades, e que o parasitóide já existia em suas lavouras, não havendo a necessidade de criá-lo (TOLEDO et al., 1947). Assim, as multiplicações da *P. nasuta* foram aos poucos sendo abandonadas e o programa de controle biológico interrompido.

Alguns autores consideraram alguns fatores que contribuíram para o insucesso do programa. O pensamento de que a broca estava sob controle e a falta de tecnologia para produção massal do inimigo, não permitia uma grande produção para a distribuição em larga escala (GOMES, 1962). A liberação da vespa deveria ter sido feita durante os vários meses do ano, tanto no período de safra como de entressafra, além disso, faltou uma adequação do número de exemplares da vespa com a densidade populacional da broca. As condições climáticas indispensáveis para a aclimação da vespa não eram bem conhecidas. Além disso, outras práticas de controle haviam sido abandonadas, contando-se apenas com o uso exclusivo do controle biológico (BERGAMIN, 1945, 1950; TOLEDO, 1942; TOLEDO et al., 1947).

Com a descoberta dos inseticidas organosintéticos, a broca passou a ser controlada quimicamente, e os estudos passaram a ser desenvolvidos especificamente nessa área (SAUER et al., 1947; SEIXAS, 1947, 1948; DUVAL et al., 1948; DUVAL, 1949).

HEINRICH (1965), afirmou que, técnicos e pesquisadores admitiam que a vespa de Uganda não conseguiu se adaptar ao novo ambiente e até mesmo havia se extinguido.

Entre 1945 a 1976 formou-se uma lacuna na literatura e não se teve mais informações sobre *P. nasuta*.

No ano de 1977, YOKOYAMA et al. (1977) noticiaram a presença do parasitóide no município de Piracicaba, SP, relatando que, ao contrário do que se pensava, o inseto havia se aclimatado, resistindo às secas e geadas ocorridas na região. No ano seguinte foi observada em Caratinga; em 1979 em Viçosa; em 1980, em São João de Manhuaçu e Lavras em 1990, municípios de Minas Gerais (FERREIRA, 1980; FERREIRA & BUENO, 1995). No Paraná, sua presença foi constatada em Cornélio Procópio (CARNEIRO FILHO, 1984), no Espírito Santo, em três municípios no ano de 1994 (BENASSI, 1995b). Atualmente foi relatada nos municípios de Mococa e Campinas (BENASSI & BUSOLI, 2006).

Com relação à introdução de *P. nasuta* em outros países, visando o controle biológico clássico da broca, o primeiro relato foi feito em Java, no ano de 1924 (Den Doop, 1924, citado por TICHELER, 1961). Em Buamba e Sri Lanka, antigo Ceilão, o inseto também foi introduzido (HARGREAVES, 1935; Hutson, 1939, citado por TICHELER, 1961), entretanto, o inseto não se estabeleceu nesses países (TICHELER, 1961).

No Peru, o parasitóide foi importado do Brasil em 1962, multiplicado em laboratório e liberado em campo, entretanto, o seu estabelecimento não ocorreu, provavelmente por falta de aclimação (INGUNZA, 1964).

Depois desse período, somente na década de oitenta, a introdução da vespa de Uganda por outros países voltou a despertar interesse. O Equador realizou a importação em 1987 (KLEIN-KOCH et al., 1988); México e Indonésia, em 1988 e 1989 (BARRERA et al., 1990a; BARRERA et al., 1990b) e na Colômbia, *P. nasuta* foi introduzida em 1989 (BENAVIDES & PORTILLA, 1990).

No Equador *P. nasuta* está estabelecida principalmente em cultivos com infestações da broca de 74 a 78%, cujos índices de parasitismo situam-se ao redor de 25 a 28% (CISNEROS & TANDAZO, 1991; DELGADO & SOTOMAYOR, 1991).

No México, BARRERA et al. (1990c) informaram que a criação em laboratório de *P. nasuta* não se estabeleceu, assim não foram feitas liberações em campo. Por outro lado, na Colômbia, PORTILLA & BUSTILLO (1992) relataram que, após multiplicações

da vespa em laboratório, foram feitas liberações em campo, ocorrendo o seu estabelecimento nas áreas onde fora liberada.

2.2.4.2. *Cephalonomia stephanoderis* – vespa da Costa do Marfim

C. stephanoderis foi descrita em 1961 como espécie nova, a partir de exemplares coletados na Costa do Marfim (BETREM, 1961). Segundo TICHELER (1961), a espécie ocorria naturalmente naquele país, em índices de parasitismo alcançando valores de até 50%.

De acordo com LE PELLECY (1973) o parasitóide encontra-se presente na região oeste do continente africano, principalmente nos países da Costa do Marfim e Togo.

2.2.4.2.1. Introdução de *C. stephanoderis* para a prática do controle biológico clássico

As primeiras introduções da vespa da Costa do Marfim, desde a sua descoberta, foram feitas por vários países, a partir da segunda metade da década de 80, objetivando a sua utilização no controle biológico da broca-do-café.

No Equador a importação foi feita em 1988 (KLEIN-KOCH et al., 1988) e no México, nos anos de 1988 e 1989 (BARRERA et al., 1990a; BARRERA et al., 1990b). A Colômbia, Nova Caledônia e Indonésia introduziram o parasitóide em 1989 (MURPHY & MOORE, 1990). Guatemala, Honduras e El Salvador, a importaram em 1990 (VEGA-ROSALEZ et al., 1991).

Na Jamaica e Nicarágua, a vespa foi importada em 1989 (BAKER, 1999) e no Brasil foi introduzida em 1994 por V.L.R.M. Benassi, pesquisadora do Incaper, estado do Espírito Santo, através do Laboratório de Quarentena “Costa Lima”, da Embrapa Meio Ambiente, cujos exemplares eram procedentes do Cenicafé, Colômbia (BENASSI, 1995a).

O estabelecimento de *C. stephanoderis* nos países onde fora introduzida foi relatado por alguns autores. No Equador, após liberações em campo de *C.*

stephanoderis foram capturados exemplares da espécie em maiores números, nas áreas com menores precipitações (DELGADO & SOTOMAYOR, 1991).

BARRERA et al. (1990c) relataram que, no México, a vespa da Costa do Marfim foi recapturada até seis meses após a liberação, sugerindo o seu estabelecimento em vários locais do país.

Na Colômbia, PORTILLA & BUSTILLO (1992) informaram que *C. stephanoderis* havia sido liberada em algumas localidades, no ano de 1991, e que, em avaliações posteriores, constataram índices de parasitismo de 5,8%. Nos anos seguintes, novas liberações foram efetuadas, e quatro meses depois constataram porcentagens de frutos com a presença das vespas variando de 2,2 a 13,8%. Relataram que, apesar do baixo número de vespas liberadas por propriedade, os resultados mostraram uma excelente capacidade de procura do parasitóide.

ARISTIZÁBAL et al. (1996) realizando ensaios na Colômbia, constataram maior atividade de *C. stephanoderis* em um raio de 22 metros de distância do seu ponto de liberação, detectando a sua presença a uma distância de até 50 metros de onde fora liberada.

Em Honduras, TREJO & FUNEZ (2004) constataram o estabelecimento do parasitóide em treze estados, sendo encontrada em fazendas distantes até 10 km do local onde fora liberada.

No Brasil o parasitóide foi liberado em campo e recuperado alguns meses depois, entretanto, devido a sua presença na região, anteriormente identificada como *Cephalonomia* sp. (BENASSI, 1995b), não foi possível determinar se os exemplares coletados tratavam-se das gerações dos insetos introduzidos.

2.2.4.3. Características morfológicas, biológicas e comportamentais de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*

Os adultos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* são betilídeos que se assemelham na cor e tamanho: são pretos e medem, aproximadamente 2,5 mm de comprimento. Podem ser diferenciados facilmente pelo formato da cabeça, que é triangular na vespa

de Uganda (WATERSTON, 1923) e semiquadrangular na vespa da Costa do Marfim (BETREM, 1961). A reprodução, na maioria das vezes é sexuada, entretanto, ocorre também partenogênese arrenótoca, originando apenas espécimes machos (HARGREAVES, 1935).

Toda a atividade das duas espécies ocorre no interior dos frutos de café. Os adultos penetram nos frutos através do orifício feito pela broca. As fêmeas, encontrando as larvas maduras e pupas da praga, dão-lhes uma ferroada, injetando o veneno que as deixa paralisadas. Em seguida, colocam um ovo na região ventral das larvas e na região dorsal das pupas (TICHELER, 1961).

As vespas adultas, além do parasitismo, têm a característica predatória, alimentando-se dos ovos, larvas pequenas e dos adultos da broca (HEMPEL, 1934). Segundo BARRERA et al. (1990c), frutos de café brocado sem a presença de *C. stephanoderis*, coletados em lavouras do México, continham maior quantidade de formas imaturas de todos os estádios de *H. hampei* em relação àqueles com a vespa, relatando que este fato reflete não apenas a importância do parasitismo, como também da predação.

Detalhes sobre as características morfológicas, biológicas e comportamentais de *P. nasuta*, foram apresentados inicialmente por HARGREAVES (1926). Outros estudos sobre a biologia do parasitóide foram efetuados posteriormente (TOLEDO 1942; ABRAHAM et al., 1990; DELGADO & SOTOMAYOR, 1991; INFANTE, 2000; INFANTE et al., 2005). Os parâmetros biológicos de *C. stephanoderis* foram estudados por BARRERA et al. (1989); INFANTE et al. (1992b); BARRERA et al. (1993) e INFANTE et al. (1993).

A duração média das fases de desenvolvimento das duas espécies de parasitóides é similar e dependente das condições ambientais. O período de incubação dos ovos da vespa de Uganda varia de 2 a 7 dias e da vespa da Costa do Marfim de 1,2 a 7 dias. A fase larval apresenta uma variação de 4 a 10 dias e de 4 a 11 dias e a pupal de 11 a 45 e de 8 a 40 dias, respectivamente, para *P. nasuta* e *C. stephanoderis* (HEMPEL, 1934; TICHELER, 1971; ABRAHAM et al., 1990).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção dos exemplares dos parasitóides, identificação das espécies e metodologia de criação

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia, Departamento de Fitossanidade da UNESP - FCAV, Campus de Jaboticabal, em câmaras climatizadas com condições controladas de temperaturas de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C), umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 10 horas.

Os betilídeos *C. stephanoderis* e *P. nasuta* foram obtidos de frutos brocados coletados, respectivamente, em culturas de *C. canephora*, localizadas no município de Linhares, estado do Espírito Santo, e de *C. arabica*, cultivada no Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), município de Campinas, estado de São Paulo, no ano de 2005.

Os frutos obtidos das duas localidades foram acondicionados em sacolas de papel e transportados ao laboratório. Neste, procedeu-se a sua transferência para frascos plásticos com capacidade de 2 litros, em cujas aberturas eram encaixados outros frascos com diâmetros menores, para facilitar a coleta dos adultos dos parasitóides (Figura 1).

Das vespas obtidas das amostras procedentes do Espírito Santo, cinquenta e sete exemplares foram enviados ao especialista, Prof. Dr. Celso Oliveira de Azevedo, da Universidade Federal do Espírito Santo, em Vitória, ES. A espécie foi identificada como *C. stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethyridae).

Os parasitóides emergidos dos frutos brocados do IAC foram identificados através da comparação com exemplares da coleção de parasitóides do Laboratório de Controle Biológico do Incaper, Linhares, ES, como pertencente à espécie *P. nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyridae).

A partir do restante dos exemplares obtidos, estabeleceu-se uma criação estoque. Casais das duas espécies foram individualizados em células de criação, as quais consistiam de duas lâminas de vidro para microscopia, superpostas e intercaladas com duas folhas de papel tipo “mata-borrão”, com espessura de 1 mm cada, cortadas do mesmo tamanho daquelas. Com um perfurador de papel foram feitos orifícios, formando-se, três “células” por lâmina. O conjunto das lâminas com o papel foi fixado com tiras de fita crepe (Figura 2a).

Para a alimentação das vespas foram fornecidos diariamente, ovos e larvas dos primeiros estádios da broca-do-café e para a oviposição, pupas e larvas desenvolvidas do último ínstar, obtidas a partir da dissecação de frutos brocados coletados no campo, durante todo o período de condução dos ensaios (Figura 3).

Sob microscópio estereoscópico constatava-se a presença das posturas das vespas, feitas externamente ao corpo das larvas e pupas da broca, as quais eram individualizadas em novas células e mantidas até a emergência dos adultos. Após a sexagem destes, formaram-se os casais, os quais foram utilizados para a obtenção dos parâmetros biológicos.



Figura 1. Frascos plásticos onde eram mantidos os frutos brocados para a emergência das vespas.

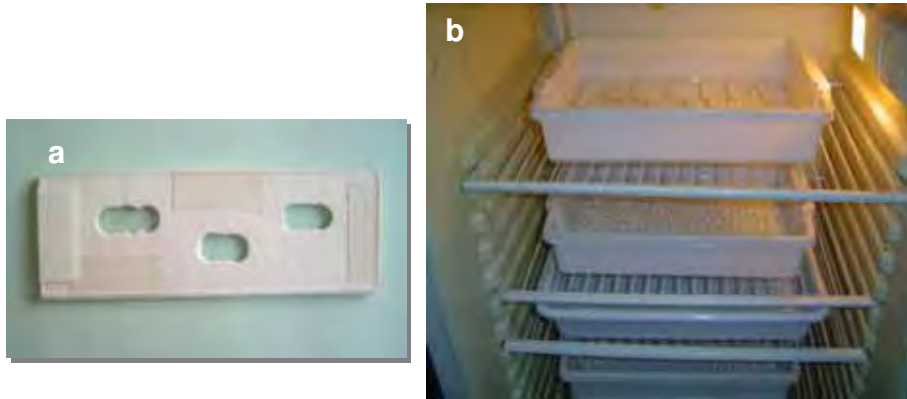


Figura 2. **a.** Lâmina com as células para criação dos parasitóides *P. nasuta* e *C. stephanoderis*. **b.** lâminas acondicionadas em bandejas plásticas no interior da câmara climatizada.

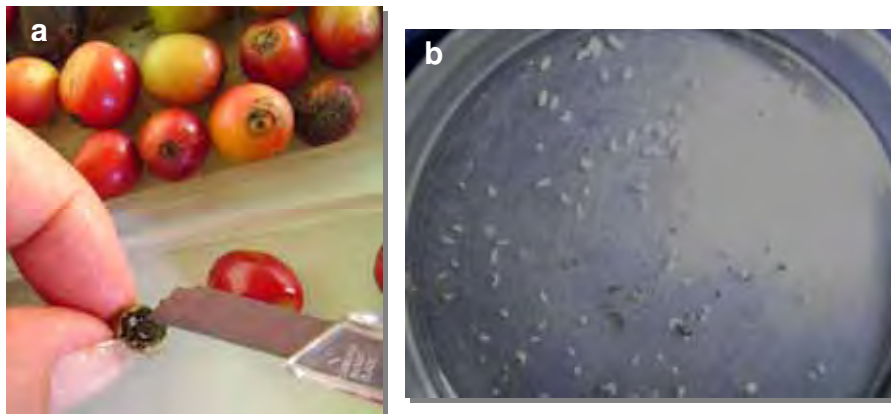


Figura 3. **a.** Dissecção de frutos brocados para a obtenção de formas imaturas da broca-do-café. **b.** formas imaturas da broca-do-café.

3.2. Determinação dos parâmetros biológicos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*

Para cada temperatura, 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C), foram individualizados trinta casais de *C. stephanoderis* e de *P. nasuta* nas células de criação descritas no item 3.1. e apresentadas na Figura 2a.

Diariamente foram fornecidos, para a alimentação, ovos e larvas da broca-do-café, e para a oviposição, três a quatro larvas do último estágio e/ou pupas da broca, obtidas a partir da dissecação de frutos brocados coletados na coleção de matrizes de café da UNESP – FCAV, Jaboticabal (Figura 3a).

Após a constatação das posturas, as larvas e pupas da broca parasitadas foram mantidas no mesmo orifício, e as fêmeas dos parasitóides transferidas para uma nova célula, com outros exemplares imaturos da broca, para dar continuidade à oviposição. As lâminas contendo os ovos eram acondicionadas em bandejas plásticas e transportadas às estufas programadas com as condições relacionadas anteriormente (Figura 2b).

O desenvolvimento de ovo a adulto de *C. stephanoderis* e de *P. nasuta* foi acompanhado diariamente através de um microscópio estereoscópio com aumento de 40 vezes, o que permitiu determinar a duração em dias das fases de ovo, larval, pupal, ciclo total, assim como, os respectivos índices de viabilidade.

Para a fase adulta determinou-se a longevidade, a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição das trinta fêmeas de cada espécie. O total de posturas por semana e ovos colocados por fêmea nas diferentes temperaturas também foram avaliados.

Os resultados referentes aos parâmetros biológicos das espécies em estudo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Aplicou-se análise de correlação linear entre as variáveis, temperatura e longevidade dos parasitóides e análise de regressão para estimar a tendência da curva de crescimento do período de pré-oviposição.

3.3. Levantamentos de campo, índices de parasitismo e mapeamento da ocorrência de parasitóides da broca-do-café nos estados do Espírito Santo e São Paulo.

As coletas das amostras de frutos brocados foram realizadas em cultivos de *C. canephora* em dezenove municípios (Aracruz, Águia Branca, Boa Esperança, Fundão,

Governador Lindenberg, Ibirapu, Itaguaçu, Itarana, Jaguaré, João Neiva, Linhares, Marilândia, Nova Venécia, Rio Bananal, São Mateus, São Gabriel da Palha, Sooretama Santa Teresa e Vila Pavão) da região norte do estado do Espírito Santo, durante o período de 2001 a 2003.

Foram visitadas, aproximadamente, três propriedades por município, num total de 52 durante os três anos, tanto no período de safra como de entressafra. Durante a safra (janeiro a junho), as coletas dos frutos brocados eram feitas nas plantas em produção e na entressafra (julho a dezembro), aqueles que permaneceram pendentes nas plantas, após a colheita. Acondicionados em sacolas de papel, os frutos foram transportados ao Laboratório de Controle Biológico do INCAPER, Linhares, ES.

Em laboratório, os frutos foram individualizados em tubos de vidro de fundo chato, medindo 8,8cm de altura x 2,5cm de diâmetro, tampados com algodão. Estes foram mantidos em condições ambientais não controladas, em repetições, variando em média de 100 a 200 frutos por propriedade.

Cerca de 13.000 frutos brocados foram observados diariamente durante todo o período do estudo, o que permitiu determinar o número de frutos com a presença de parasitóides (índices de parasitismo natural), intervalo de dias em que ocorreu a emergência dos descendentes, número mínimo, médio e máximo de vespas emergidas por fruto e a proporção de fêmeas e de machos para cada amostra.

Durante os anos de 2004 a 2006, os frutos brocados foram coletados em cultivos da espécie *C. arabica*, em seis municípios do estado de São Paulo: Jaboticabal, Ribeirão Preto, Campinas, Espírito Santo do Pinhal, Dois Córregos e Mococa.

As amostras foram armazenadas em frascos plásticos, conforme descrito no item 3.1. para a captura dos parasitóides que emergiam (Figura 1). Optou-se por essa metodologia para as coletas nesse estado, a fim de, proporcionar o armazenamento de maior número de frutos brocados de cada localidade, visto que, não existiam registros anteriores da ocorrência de parasitóides da broca nesses municípios, assim, a individualização em tubos, poderia diminuir as chances de coleta de algum parasitóide.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros biológicos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*.

4.1.1. Ovo

4.1.1.1. Características morfológicas e período de incubação

Os ovos de *P. nasuta* apresentam o formato alongado, elíptico, com dimensões médias de 0,47 mm de comprimento por 0,20 mm de largura (Figura 4a). O córion é pontuado, de coloração branca e brilhante, mais ou menos translúcido. A eclosão ocorre por fragmentação do córion, o qual permanece aderente ao corpo da larva (Figura 7c) durante algum tempo. Os ovos de *C. stephanoderis* são um pouco menores, medindo 0,37 mm de comprimento por 0,16 mm de largura (Figura 4b), levemente curvos e esbranquiçados quando recém colocados, e geralmente mais pontuados no pólo posterior.

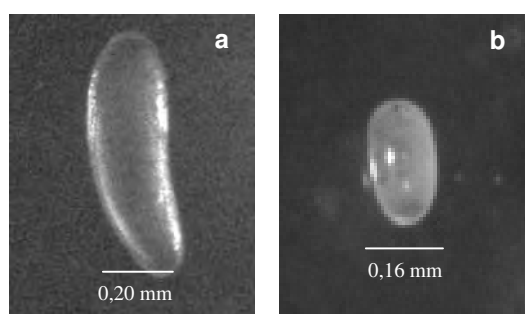


Figura 4. Ovos dos parasitóides: **a.** de *P. nasuta* e **b.** de *C. stephanoderis*.

O período de incubação dos ovos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* foi influenciado pelas temperaturas a que foram submetidos. Em todas as temperaturas testadas, a duração média dos ovos da vespa de Uganda foi mais elevada que a da vespa da Costa do Marfim, sendo que, para cada temperatura houve diferença significativa entre elas (Tabela 1).

As temperaturas mais baixas, de 17 e 21° C alongaram o tempo de desenvolvimento do ovo dos parasitóides, com valores médios de 6,7 e 6,1 dias, para *P. nasuta*, e de 6,3 e 5,1 dias para *C. stephanoderis*, respectivamente, nas duas temperaturas (Tabela 1).

Tabela 1. Intervalo de variação e período médio (\pm EP) de incubação de ovos em dias, de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*, mantidos às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h.

Temperatura (°C)	<i>C. stephanoderis</i>		<i>P. nasuta</i>	
	Intervalo de variação (dias)	Período médio* de incubação (dias)	Intervalo de variação (dias)	Período médio* de incubação (dias)
17	6 - 7	6,3 \pm 0,03 a B (n= 336)**	6 - 8	6,7 \pm 0,04 a A (n=175)**
21	3 - 5	5,1 \pm 0,02 b B (n=696)	5 - 7	6,1 \pm 0,02 b A (n=281)
25	2 - 3	2,1 \pm 0,02 c B (n=576)	3 - 5	2,6 \pm 0,03 c A (n=340)
29	1 - 3	1,4 \pm 0,02 d B (n=578)	2 - 3	2,2 \pm 0,03 d A (n=143)
32	1 - 2	1,2 \pm 0,03 d (n=147)	-	-

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

** n= número de ovos avaliados

(-) não ocorreu desenvolvimento

A partir de 25° C ocorreu uma redução significativa na duração do período de incubação dos ovos de ambas as espécies, com médias de 2,6 e 2,1 dias, respectivamente para *P. nasuta* e *C. stephanoderis*. Como nas demais temperaturas, a média de 2,2 dias obtida para a vespa de Uganda à 29° C foi maior que a observada para a vespa da Costa do Marfim, de 1,4 dias.

Os ovos de *P. nasuta* acondicionados à temperatura de 32° C não se desenvolveram, entretanto, os de *C. stephanoderis* apresentaram um período médio de

incubação de 1,2 dias, não diferindo estatisticamente da média obtida à 29° C (Tabela 1). Como os processos fisiológicos de insetos tendem a ser diretamente proporcionais à temperatura, dentro de uma faixa favorável (BECK, 1980), provavelmente a faixa de temperatura desfavorável ao desenvolvimento dos embriões da vespa de Uganda situa-se ao redor da temperatura de 32° C.

Estudos realizados por outros autores também constataram a influência da temperatura sobre o período de incubação dos ovos desses parasitóides, entretanto, alguns dados médios diferem dos obtidos neste trabalho. O valor médio de duração dos ovos encontrado para *C. stephanoderis* por INFANTE et al. (1992a) foi de 4,7 dias à temperatura de 17° C e para *P. nasuta* de 4,2 dias, à 18° C (INFANTE, 2000). ABRAHAM et al. (1990) relataram uma duração do período de incubação de 1,6 dias à temperatura de 25° C para ambas as espécies. Por outro lado, BARRERA et al. (1989) obtiveram 2,4 dias, à 27,8° C.

As diferenças entre os resultados obtidos neste estudo e os relatados na literatura, provavelmente se devam aos critérios utilizados para a diferenciação do ovo e da larva recém eclodida. Em alguns casos, possivelmente já teria passado algum tempo para ser considerado o início da fase larval.

Por exemplo, ABRAHAM et al. (1990) afirmaram que, logo após eclodirem, as larvas de *C. stephanoderis* não apresentam nenhuma mudança externa. Segundo os autores, o corpo da larva nesse estágio é translúcido, não sendo possível observar nenhuma segmentação externa, diferenciando-se do ovo, somente pelo movimento do seu intestino dentro do corpo do hospedeiro. Por outro lado, INFANTE et al. (1993) relataram que a diferenciação da larva de *C. stephanoderis* pode ser feita apenas através da coloração opaca da sua cutícula.

Ainda, BARRERA et al. (1989) citaram uma mudança de superfície lisa do ovo para a superfície segmentada da larva. O critério utilizado neste estudo para detectar a eclosão das larvas das duas espécies foi o mesmo empregado por estes autores, cuja visualização foi possível através do microscópio estereoscópico, com aumento de 40 vezes.

4.1.1.2. Viabilidade dos ovos

A viabilidade dos ovos de ambas as espécies foi menor à 17° C, entretanto, ovos de *P. nasuta* apresentaram maior sobrevivência (71,4%), que os de *C. stephanoderis* (61,5%) (Figura 5).

Por outro lado, a temperatura de 32° C foi letal para os ovos da vespa de Uganda (Figura 5), resultando em 100% de mortalidade dos embriões, enquanto que, ovos da vespa da Costa do Marfim mantidos nessa temperatura, alcançaram uma porcentagem de viabilidade de 72,4%. Índices mais elevados de sobrevivência dos embriões de *C. stephanoderis* foram relatados por INFANTE & LUIS (1993), de 93,1 e 96,0%, nas temperaturas de 17 e 32° C, respectivamente. Para *P. nasuta*, INFANTE (2000) encontrou índices de 88,7 e 100% de mortalidade dos ovos quando mantidos nas temperaturas de 18 e 35° C.

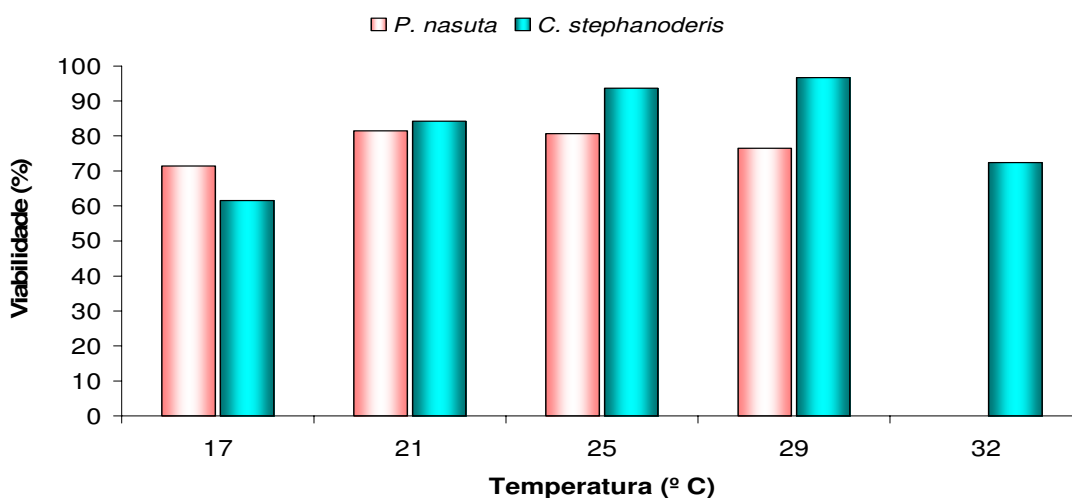


Figura 5. Viabilidade (%) de ovos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* mantidos às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

Para *P. nasuta*, as temperaturas de 21 e 25° C foram as que proporcionaram as maiores porcentagens de viabilidade dos ovos, 81,4% e 80,7%, respectivamente, aproximando-se das obtidas por INFANTE (2000) de 88,1% (22° C) e 88,6% (27° C).

As temperaturas mais favoráveis para a incubação dos ovos de *C. stephanoderis* foram de 25 e 29° C, com índices de viabilidade de 93,7 e 96,7%, respectivamente. Esses valores discordam dos encontrados por BARRERA et al. (1989) cuja porcentagem de viabilidade dos ovos dessa espécie foi inferior (23,5%), na temperatura de $27,86 \pm 0,78^\circ$ C. As diferenças entre os resultados podem ser atribuídas, provavelmente, às metodologias de criação empregadas ou ainda às características genéticas dos espécimes do parasitóide.

4.1.2. Larva

4.1.2.1. Características e duração do período larval

Como os demais betilídeos, logo após a eclosão, as larvas de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* perfuram o tegumento do hospedeiro penetrando nele parcialmente. A cabeça e o segmento protorácico são inseridos nas larvas e pupas da broca-do-café, permanecendo o restante do seu corpo, do lado de fora. (TICHELER, 1961; ABRAHAM et al., 1990; CHENG et al., 2004).

Observou-se que cerca de um terço do comprimento do corpo das larvas dos parasitóides estudados permaneciam no interior das formas imaturas da broca. (Figuras 6 e 7).

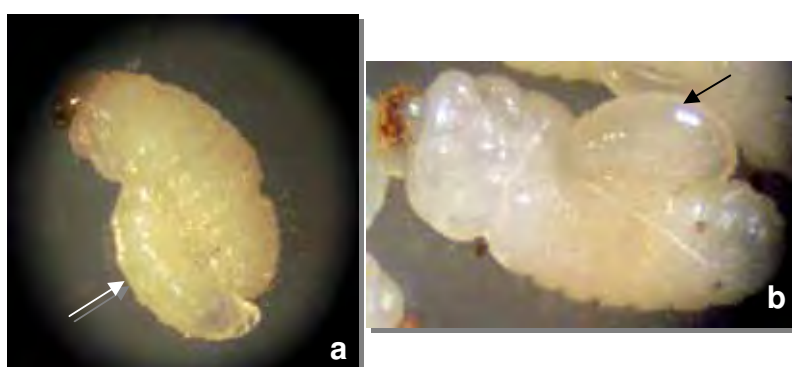


Figura 6. Larva de *P.nasuta* (a) e de *C. stephanoderis* (b) (indicadas com as setas), parasitando larvas da broca-do-café.

Conforme relatado no item 4.1.1.1., as larvas recém-eclodidas das duas espécies foram diferenciadas do ovo através da constatação de uma leve segmentação do seu corpo (Figura 7). Foi possível observar que, as larvas do primeiro ínstar apresentavam toda a extensão do corpo praticamente da mesma largura, podendo-se diferenciar a cabeça através da sua sutura (Figura 7b).

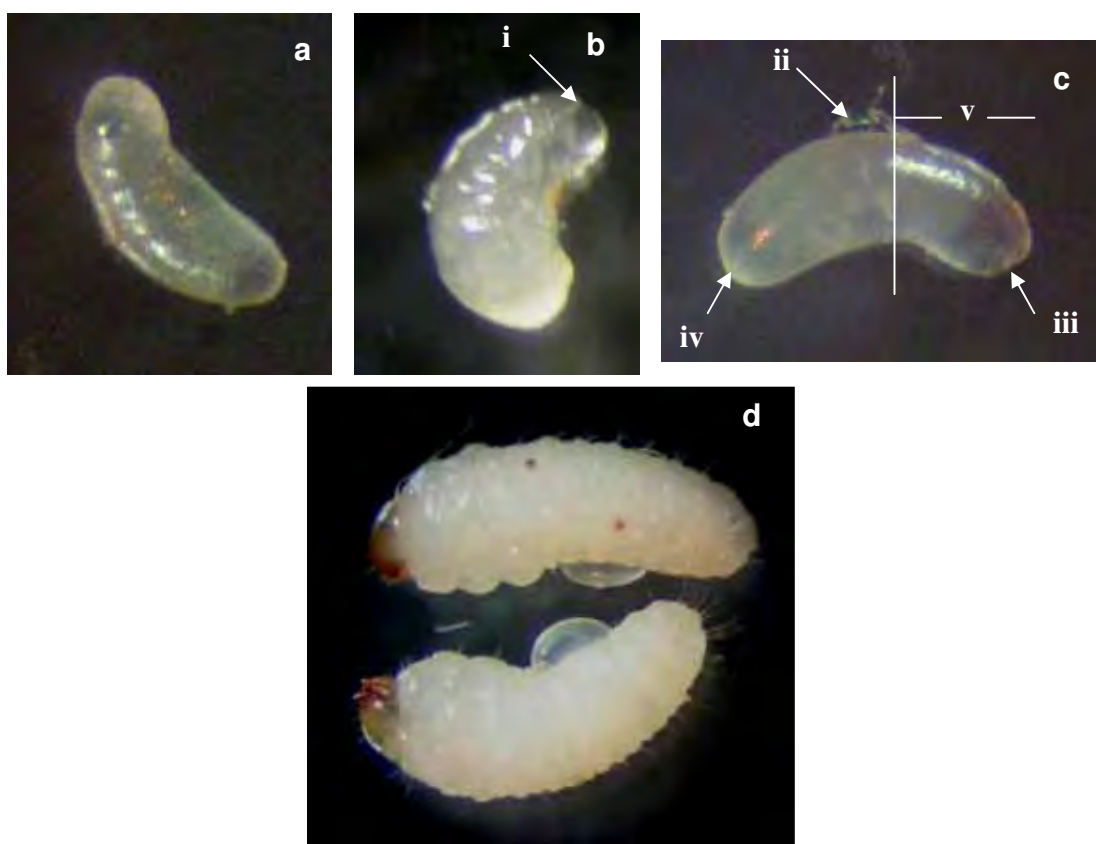


Figura 7. Larvas recém-eclodidas: **a.** vista ventral: *P. nasuta*. **b.** vista lateral: *C. stephanoderis*: i – sutura da cabeça. **c.** Larva recém eclodida de *C. stephanoderis*: ii – córion do ovo, iii. região anterior do corpo (cabeça) iv. região posterior. v. região que permanece no interior do corpo do hospedeiro. **d.** Ovo (acima) e larva recém eclodida (abaixo) de *C. stephanoderis* sobre larvas da broca-do-café.

Ocorreu um aumento na velocidade de desenvolvimento das larvas das duas espécies nas temperaturas mais elevadas. As médias obtidas para *P. nasuta* e *C. stephanoderis* em todas as temperaturas, diferiram significativamente entre si, com valores um pouco mais elevados para a primeira espécie (Tabela 2).

Tabela 2. Intervalo de variação e duração média (\pm EP) em dias do período larval de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*, mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h.

Temperatura (°C)	<i>C. stephanoderis</i>		<i>P. nasuta</i>	
	Intervalo de variação (dias)	Duração média larval* (dias)	Intervalo de variação (dias)	Duração média larval* (dias)
17	8 - 10	8,7 \pm 0,04 a B (n= 199)**	9 - 11	10,4 \pm 0,07 a A (n=81)**
21	6 - 9	7,5 \pm 0,03 b B (n=583)	7 - 10	8,4 \pm 0,04 b A (n=189)
25	4 - 5	4,4 \pm 0,02 c B (n=530)	5 - 7	6,0 \pm 0,02 c A (n=187)
29	4 - 5	4,1 \pm 0,02 d B (n=506)	4 - 5	4,4 \pm 0,08 d A (n=40)
32	4 - 5	4,1 \pm 0,04 d (n=80)	-	-

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

** n= número de larvas avaliadas

(-) não ocorreu desenvolvimento

O tempo requerido para o desenvolvimento das larvas dos parasitóides criadas nas temperaturas de 17 e 21° C foi praticamente o dobro do observado para as temperaturas mais altas (Tabela 2). Isto pode ser explicado através da afirmação de HIGLEY et al. (1986) de que, nas temperaturas mais elevadas e dentro de certos limites, as reações bioquímicas dos insetos se processam mais rapidamente, e, conseqüentemente, ocorrem maiores taxas de desenvolvimento.

Nessas temperaturas, as durações médias da fase larval de *C. stephanoderis* atingiram valores de 8,7 e 7,5 dias, enquanto que, para *P. nasuta*, foram de 10,4 e 8,4 dias, respectivamente. As médias obtidas por INFANTE et al. (1992a) para larvas de *C. stephanoderis* foram menores, de 7,3 e 4,9 dias, respectivamente, à 17 e 22° C.

Os valores médios de 4,4 e 6,0 dias, obtidos para o período larval na temperatura de 25° C, de *C. stephanoderis* e de *P. nasuta*, respectivamente, aproximam-se dos relatados por ABRAHAM et al. (1990), os quais citaram 4,7 e 5,4 dias, respectivamente, para essas espécies na mesma temperatura.

As temperaturas mais elevadas de 29 e 32° C proporcionaram uma estabilização no desenvolvimento das larvas de *C. stephanoderis*, cujas médias apresentaram o mesmo valor (4,1 dias), entretanto, a variação do período de 4 a 5 dias, também foi observada à 25° C. INFANTE et al. (1992a) relataram uma duração média bem inferior (2,0 dias) para as larvas da vespa da Costa do Marfim, à 32° C. Com relação a *P. nasuta*, constatou-se que, embora numericamente a duração média larval de 4,4 dias à 29° C tenha sido similar à de *C. stephanoderis*, com a mesma amplitude de variação em dias, ocorreu diferença significativa entre elas.

Alguns fatores podem ser considerados para explicar a diferença entre a duração do desenvolvimento da fase larval obtida neste estudo e por outros trabalhos realizados com os parasitóides. A quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval dos insetos afetam, entre outros aspectos, a sua taxa e tempo de desenvolvimento (PARRA, 1991). Além disso, a metodologia de criação, a origem geográfica e as características genéticas podem influenciar os aspectos biológicos dos insetos. Com relação às espécies estudadas, deve-se considerar, ainda, conforme relatado no item 4.1.1.1., que o critério utilizado para estabelecer a eclosão da larva nem sempre foi o mesmo por todos os autores, desta forma, os cálculos dos valores médios da duração larval podem ter sido induzido a valores diferentes.

4.1.2.2. Viabilidade das larvas

Constataram-se, em todas as temperaturas testadas, menores índices de viabilidade das larvas de *P. nasuta* em relação aos de *C. stephanoderis* (Figura 8). O acondicionamento das larvas desta última espécie, nas temperaturas extremas de 17 e 32° C, proporcionou os menores índices de viabilidade, 59,2 e 54,4%, respectivamente,

discordando de INFANTE & LUIS (1993), que encontraram uma porcentagem mais elevada, 90,1%, à 32° C.

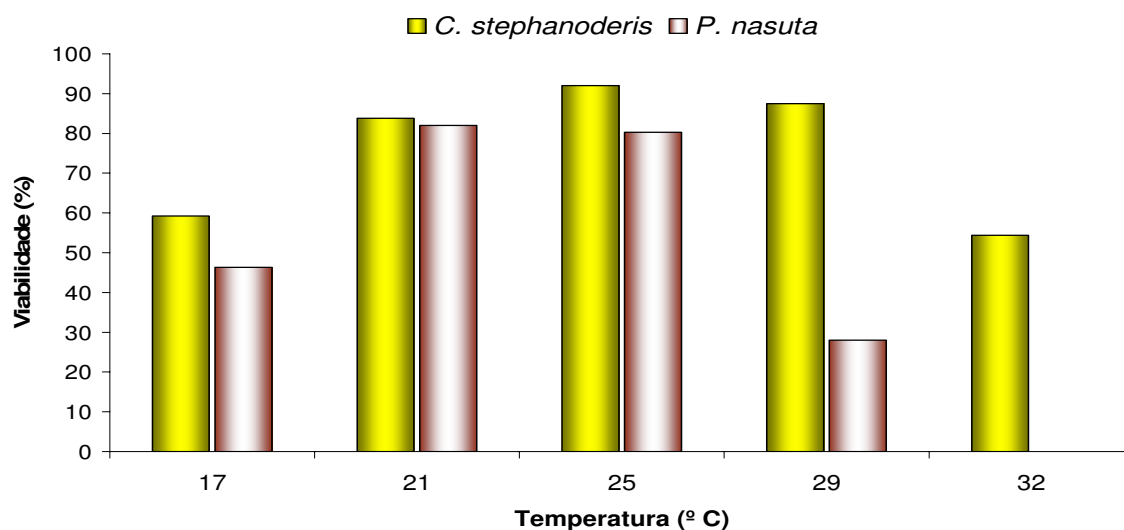


Figura 8. Viabilidade(%) de larvas de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*, mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

Também para *P. nasuta*, a sobrevivência larval foi baixa à 17° C, entretanto, a temperatura de 29° C foi mais desfavorável, com um índice de viabilidade de apenas 28%, corroborando com INFANTE (2000), o qual relatou a ocorrência de maiores porcentagens de mortalidade das larvas dessa espécie, à 30° C.

As temperaturas de 21 e 25° C proporcionaram os mais altos índices de viabilidade para as larvas da vespa de Uganda, cujos valores alcançados foram, respectivamente, 82,0 e 80,3%. *C. stephanoderis* foi também favorecida por essas temperaturas, com porcentagens de 83,8 e 92,0%, respectivamente, entretanto, à 29° C, a viabilidade obtida foi superior (87,5%) que a observada à 21° C.

Como os processos fisiológicos dos animais peilotérmicos, os insetos, por exemplo, são geralmente sensíveis à temperatura, as taxas de crescimento e o metabolismo tendem a ser diretamente proporcionais à temperatura, dentro de uma

faixa favorável (BECK, 1980). Desta forma, pode-se inferir que, provavelmente as temperaturas de 17 e 32° C encontram-se fora da faixa ótima de desenvolvimento de *C. stephanoderis*, resultando em maiores porcentagens de mortalidade das larvas, estando a temperatura ótima, ao redor de 25° C. Por outro lado, para *P. nasuta*, a temperatura mais favorável ao desenvolvimento larval situou-se próximo a 21 e 25° C.

4.1.3. Pupa

4.1.3.1. Características das pupas

As larvas de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* consomem todo o fluido do corpo das formas imaturas da broca-do-café, onde se desenvolveram. Em seguida, livram-se do exoesqueleto do hospedeiro e começam a tecer o casulo (Figura 9d; e). Alguns autores consideram este período, do desenvolvimento completo da larva até a construção do casulo, como uma nova fase, denominando-a de pré-pupa (BARRERA et al., 1989; ABRAHAM et al., 1990; INFANTE et al., 1992a; INFANTE & LUIS, 1993).

O conceito de pré-pupa, definida como uma fase intermediária entre o último ínstar larval e a pupa é muito antigo (COSTA & IDE, 2006). Essa fase é caracterizada por um breve período de repouso, durante o qual a ecdise foi suprimida (IMMS, 1930). Tanto para *P. nasuta* como para *C. stephanoderis*, não se observou um período de repouso da larva logo após o seu completo desenvolvimento, ou seja, após se livrar do exoesqueleto do hospedeiro, a larva começava a tecer o casulo (Figura 9e).

As duas espécies de parasitóides apresentam, como todos os Hymenoptera, metamorfose completa, com as pupas encerradas em um casulo (Figura 10a). Entretanto, nas condições em que foram conduzidos os ensaios, muitas larvas não construíram o casulo, ou seja, após completarem o seu desenvolvimento transformavam-se em pupas nuas (Figura 10c; d). Outras começavam a tecer o casulo, paravam algum tempo depois, deixando os casulos inacabados e em seguida, empupavam (Figura 10b). O fenômeno de ocorrência de pupas sem casulo também foi relatado por BARRERA et al. (1989), ABRAHAM et al. (1990) e INFANTE et al. (1992a),

entretanto, a presença de casulos mal formados ainda não havia sido citada para *P. nasuta* e *C. stephanoderis*.



Figura 9. Larvas do último ínstar. **a.** de *P. nasuta* ainda no exoesqueleto (i) de uma larva da broca-do-café. **b.** de *C. stephanoderis* ainda no exoesqueleto (i) da larva da broca. **c.** de *C. stephanoderis* ainda no exoesqueleto (ii) da pupa da broca. **d.** larva de *P. nasuta* começando a tecer. **e.** larva de *C. stephanoderis* tecendo o casulo.

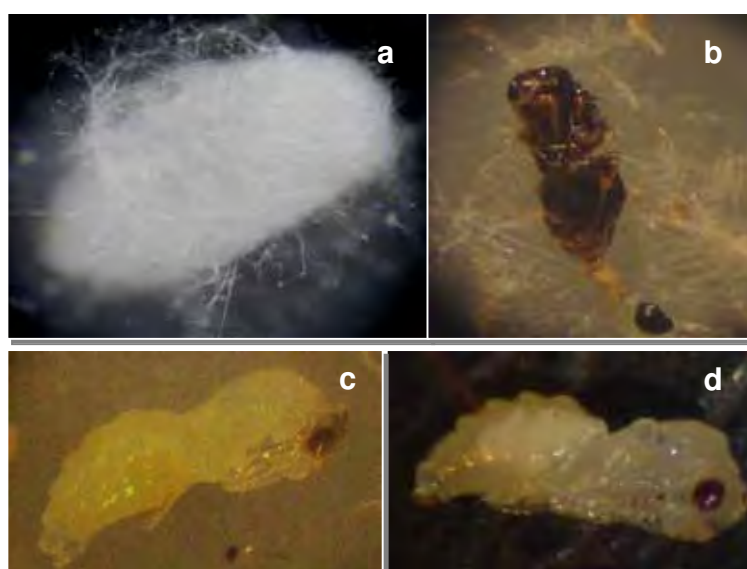


Figura 10. Pupa de *C. stephanoderis* encerrada em casulo (a). Pupa de *P. nasuta* com casulo mal formado (b). Pupas sem casulo: de *C. stephanoderis* (c), de *P. nasuta* (d).

4.1.3.2. Duração do período pupal

Ocorreu uma diminuição na duração do período pupal com o aumento da temperatura (Tabela 3). Não ocorreu diferença significativa entre as médias encontradas para *P. nasuta* e *C. stephanoderis* nas temperaturas de 17 e 21° C.

Tabela 3. Intervalo de variação e duração média (\pm EP) em dias do período pupal de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*, mantidas às temperaturas de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h.

Temperatura (°C)	<i>C. stephanoderis</i>		<i>P. nasuta</i>	
	Intervalo de variação (dias)	Duração média pupal* (dias)	Intervalo de variação (dias)	Duração média pupal* (dias)
17	38 - 40	38,6 \pm 0,08 a A (n= 76)**	36 - 45	38,4 \pm 0,20 a A (n=42)**
21	24 - 29	26,2 \pm 0,05 b A (n=549)	24 - 27	25,8 \pm 0,08 b A (n=183)
25	11 - 14	13,0 \pm 0,03 c B (n=494)	12 - 15	14,2 \pm 0,06 c A (n=168)
29	9 - 11	10,6 \pm 0,03 d B (n=458)	11 - 12	11,8 \pm 0,08 d A (n=34)
32	8 - 9	9,2 \pm 0,08 d (n=30)	-	-

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

** n= número de pupas avaliadas

(-) não ocorreu desenvolvimento

Os valores das médias da duração do período pupal de *P. nasuta* e de *C. stephanoderis* na temperatura de 17° C, foram três vezes maiores que as obtidas à 29° C. Também INFANTE et al. (1992a) se referiram ao decréscimo em dias da duração da fase pupal de *C. stephanoderis* em relação ao aumento da temperatura, entretanto, relataram uma média de 52 dias, à 17° C, bem superior à obtida neste estudo.

A média de 26,2 dias observada na temperatura de 21° C para o período pupal da vespa da Costa do Marfim foi um pouco maior da relatada por INFANTE et al. (1992a) à 22° C, que foi de 23,5 dias.

As temperaturas de 25 e 29° C aumentaram a duração média das pupas da vespa de Uganda aproximadamente em um dia, em relação à vespa da Costa do Marfim (Tabela 3). As médias obtidas para ambas as espécies à 25° C, de 14,2 e 13,0 dias, respectivamente, para esta última espécie e para *P. nasuta* foram superiores às obtidas por ABRAHAM et al. (1990) na Inglaterra, os quais citaram uma duração da fase pupal de 7,6 dias para *C. stephanoderis* e de 8,1 dias para a vespa de Uganda.

Por outro lado, na temperatura de 32° C, o valor médio de 9,2 dias obtido para as pupas da vespa da Costa do Marfim foi similar ao relatado por INFANTE et al. (1992a) no México, em torno de 9,4 dias.

Na avaliação das diferenças entre as durações médias encontradas no presente estudo e os desenvolvidos por outros autores com os dois betilídeos em outros países, podem ser atribuídas à qualidade do alimento, hospedeiros, características genéticas dos insetos, assim como à metodologia de criação (PARRA, 1991).

Conforme relatado nos itens 4.1.1.1 e 4.1.2.1., algumas divergências podem ser atribuídas às interpretações diferentes para a determinação do momento real da eclosão das larvas desses parasitóides. Além disso, a maioria dos autores considerou a fase de pré-pupa, independente da fase pupal. Neste estudo, estas fases não foram consideradas separadamente, pois, segundo IMMS (1930), a pré-pupa é caracterizada por um breve período de repouso, durante o qual a ecdise foi suprimida, fato que não foi constatado neste estudo.

4.1.3.3. Índices de ocorrência de pupas com casulos normais, mal formados e pupas sem casulo

Com exceção de 25° C, nas demais temperaturas testadas, constatou-se a presença de pupas com casulos normais, mal formados e pupas sem casulo das duas espécies de parasitóides, cujas porcentagens totais são apresentadas na Tabela 4.

A ocorrência de casulos normais construídos pelas larvas, tanto de *P. nasuta* quanto de *C. stephanoderis* foi maior nas temperaturas mais baixas, de 17, 21 e 25° C. Por outro lado, as temperaturas mais elevadas induziram as larvas a não tecerem os

casulos, cujos índices de pupas nuas atingiram os valores de 65,0% à 29° C para *P. nasuta*, e de 41,2% à 32° C para *C. stephanoderis*. INFANTE et al. (1992a) também observaram que, cerca de 78,3% do total das pupas desta última espécie mantidas à 32° C não construíram casulo.

A ocorrência de maior número de pupas sem casulo às temperaturas mais elevadas, provavelmente se deve ao fato de que, como a velocidade de desenvolvimento dos insetos se processa mais rapidamente nessas condições (BECK, 1980), não haveria tempo suficiente para as larvas tecerem os seus casulos, transformando-se em pupa logo após completarem a fase larval.

Tabela 4. Porcentagens de casulos normais, mal formados e pupas sem casulo de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*, mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h.

Espécies	Pupas	Temperaturas (° C)				
		17	21	25	29	32
<i>P. nasuta</i>	com casulos normais (%)	69,1	96,3	89,8	22,5	-
	com casulos mal formados (%)	25,9	0,5	7,0	12,5	-
	sem casulo (%)	4,9	3,2	3,2	65,0	-
<i>C. stephanoderis</i>	com casulos normais (%)	92,5	98,3	95,7	94,9	50,0
	com casulos mal formados (%)	5,0	1,4	0,0	2,2	8,8
	sem casulo (%)	2,5	0,3	4,3	3,0	41,2

(-) não ocorreu desenvolvimento

O processo de construção dos casulos, pelas larvas de *P. nasuta*, sofreu maior influência da temperatura de 17° C quando comparado com *C. stephanoderis*. Verificou-se que a porcentagem de pupas sem casulo para a vespa de Uganda nessa temperatura foi duas vezes maior que para a vespa da Costa do Marfim. Além disso, cerca de 25,9% do total das pupas da primeira espécie ficaram encerradas em casulos mal formados, enquanto que, para o segundo parasitóide, a porcentagem chegou a 5,0% do total (Tabela 4).

As menores taxas de casulos mal formados ocorreram à 21º C, de 0,5 e 1,4%, respectivamente, para *P. nasuta* e *C. stephanoderis*. Ainda nessa temperatura o número de pupas sem casulo de ambas as espécies foi menor, entretanto, para a vespa de Uganda, o índice registrado (3,2%) foi igual ao obtido à 25º C. Nesta temperatura não foi registrada a ocorrência de pupa com casulo mal formado para a vespa da Costa do Marfim.

4.1.3.4. Índices de viabilidade

4.1.3.4.1. Pupas com casulos normais

De forma geral, os adultos dos parasitóides não saíam do casulo na mesma data da sua emergência; permanecendo de dois a três dias no seu interior antes de abandoná-lo. Este fato também foi observado por TOLEDO (1942) e KEARNS (1934) que relataram a permanência, respectivamente, dos adultos de *P. nasuta* e *C. gallicola* encasulados durante um a três dias, saindo posteriormente.

As porcentagens de emergência de adultos dos parasitóides estudados são apresentadas na Figura 11. Na temperatura de 17º C, cerca de 92,5% do total das pupas formadas de *C. stephanoderis* estavam encerradas em casulos normais (Tabela 4). Destas, 95,1% deram origem a adultos normais; 1,1% das pupas morreram sem se transformar em adultos e 3,8% eram larvas que não se transformaram em pupas. Para *P. nasuta*, do total de 69,1% das pupas que apresentaram casulos normais, nessa temperatura, 100% delas originaram adultos normais.

Embora os índices de transformação de pupas em adultos normais à 17º C tenham sido altos para ambas as espécies, verificou-se que, nem todos os adultos saíram dos casulos, ou seja, eles permaneciam no seu interior durante vários dias, até morrerem, provavelmente por falta de alimento (Figura 12a; b). Foi possível constatar que, cerca de 41,7% e 42,9% dos adultos de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*, respectivamente, permaneceram nos casulos.

Este fato ainda não havia sido relatado anteriormente e provavelmente possa ser explicado pela ação da baixa temperatura que, segundo FROST (1959) pode induzir a supressão de alguma atividade essencial dos insetos. O fenômeno denominado de quinetopausa pode manifestar-se através de torpor, ou seja, os insetos dormem ou descansam num estágio comatoso (GALLO et al., 2002).

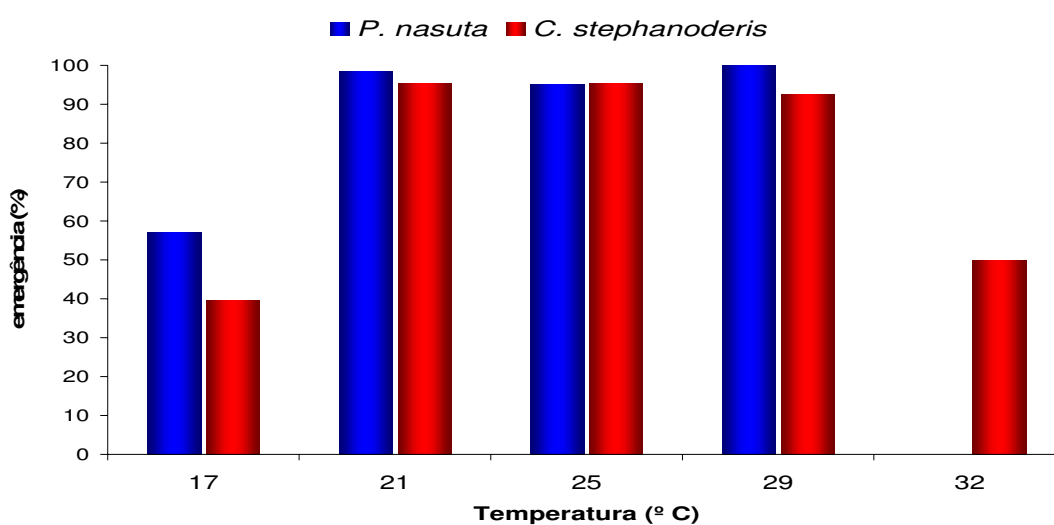


Figura 11. Emergência (%) de adultos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* oriundos de pupas com casulos normais, criadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

Vários autores citam o comportamento de fototropismo positivo tanto de *P. nasuta* quanto de *C. stephanoderis*, sendo que, na natureza não saem dos frutos de café em dias nublados (HEMPEL, 1934; TOLEDO, 1943). Devido à constatação da permanência dos insetos no interior dos casulos, em decorrência da baixa temperatura, pode-se inferir que, também este fator pode interferir no seu comportamento de saída dos casulos, uma vez que, períodos de baixas temperaturas no campo, coincidem com períodos mais curtos de luminosidade.

Nas demais temperaturas, as porcentagens de emergência dos adultos corresponderam aos índices de saída dos mesmos do interior dos casulos, ou seja, quando as vespas não saíram dos casulos foi porque não houve transformação das pupas em adultos (Figura 12c).

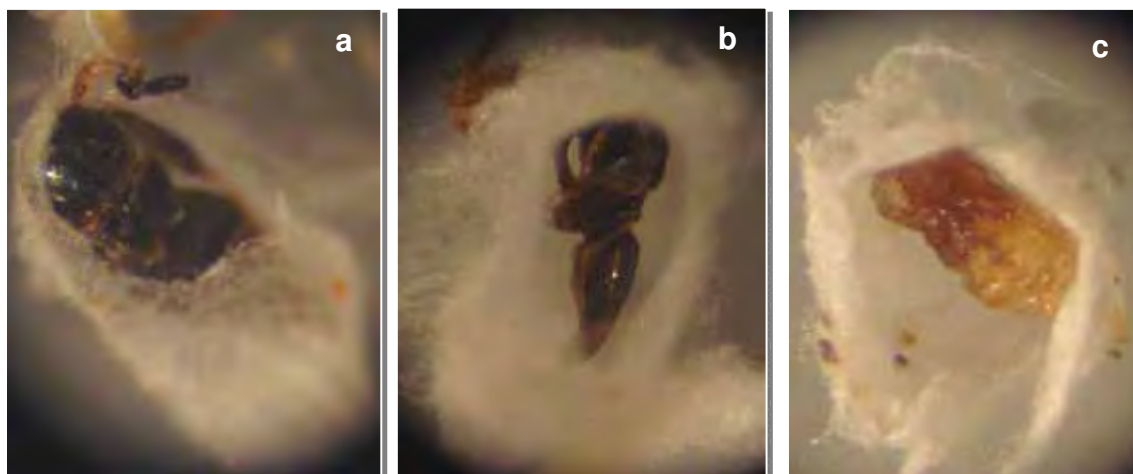


Figura 12. Casulos normais obtidos à 17° C. Adultos normais de *P. nasuta* que permaneceram nos casulos (a e b). Pupa de *C. stephanoderis* no interior do casulo, sem transformar-se em adulto (c)

Nas temperaturas de 21, 25 e 29° C, observaram-se índices elevados, acima de 90% de emergência de adultos normais, tanto de *P. nasuta* como de *C. stephanoderis*. À 32° C, entretanto, a porcentagem de adultos desta última espécie que emergiu foi de apenas 50%, provavelmente porque, ocorrendo uma aceleração no desenvolvimento do inseto, ocorre uma alteração na sua fisiologia.

4.1.3.4.2. Pupas sem casulo

As pupas sem casulo de *P. nasuta* mantidas na temperatura de 17° C, foram mais sensíveis que as de *C. stephanoderis*, uma vez que, não deram origem a adultos. Para esta última espécie, apesar do índice de vespas emergidas nessa temperatura, ter sido baixo (40,0%), a menor porcentagem (24,2%) de viabilidade das pupas foi observada à 32° C (Figura 13).

As porcentagens de vespas provenientes de pupas sem casulo, emergidas na temperatura de 21^o C foram iguais para as duas espécies de parasitóides, embora a ocorrência destas tenha sido mais elevada para *P. nasuta*.

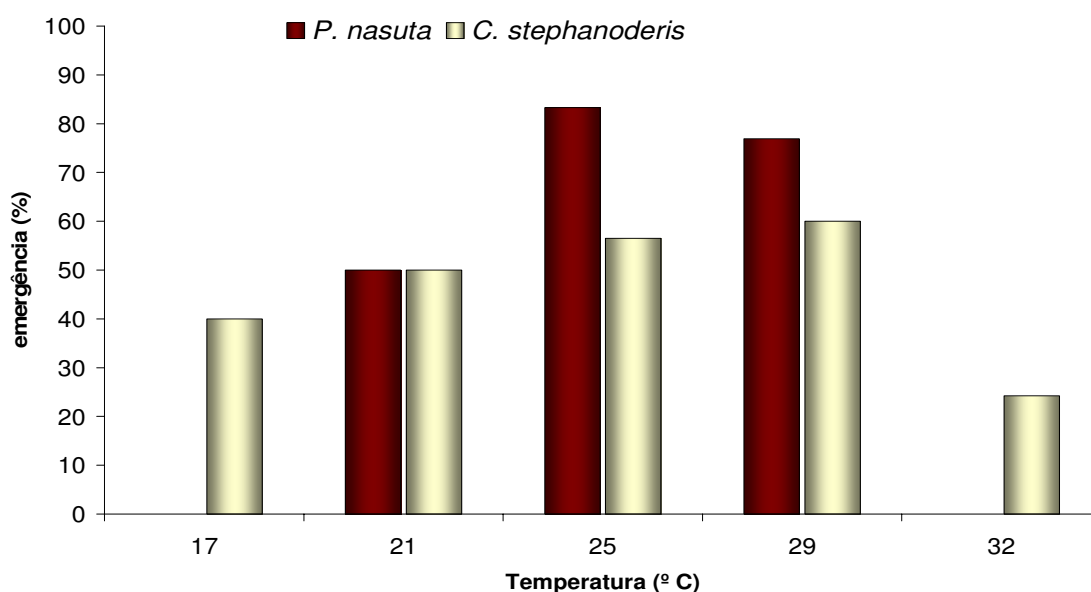


Figura 13. Emergência (%) de adultos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* oriundos de pupas sem casulo, criadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^{\circ}$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

Para a vespa de Uganda, as temperaturas de 25 e 29^o C não foram muito desfavoráveis às pupas sem casulo, cujos índices de viabilidade atingiram, os valores de 83,3 e 76,9%, respectivamente, entretanto, para a vespa da Costa do Marfim, as porcentagens foram mais baixas, 56,5 e 60,0%, respectivamente.

Como o casulo exerce uma função protetora para a pupa (BARRERA et al., 1989) contra inimigos naturais e fatores ambientais, funcionando como um isolante térmico, conclui-se, através dos resultados obtidos neste estudo, que essa função exerce um papel importante, principalmente para as temperaturas extremas, 17^o C para *P. nasuta* e 32^o C para *C. stephanoderis*.

4.1.3.4.3. Pupas com casulos mal formados

Das pupas de *P. nasuta* encerradas em casulos mal formados e mantidas à temperatura de 17° C, praticamente metade delas (47,2%) emergiram e somente 10% do total de *C. stephanoderis* originaram adultos.

Por outro lado, para a vespa de Uganda, as temperaturas de 21 e 29° C não afetaram a emergência dos adultos, com 100% de vespas emergidas. O mesmo não ocorreu com a vespa da Costa do Marfim, ou seja, observou-se baixo índice de adultos (12,5%) à 21° C, sendo que, à 29° C metade das pupas com casulos mal formados também não emergiram (Figura 14).

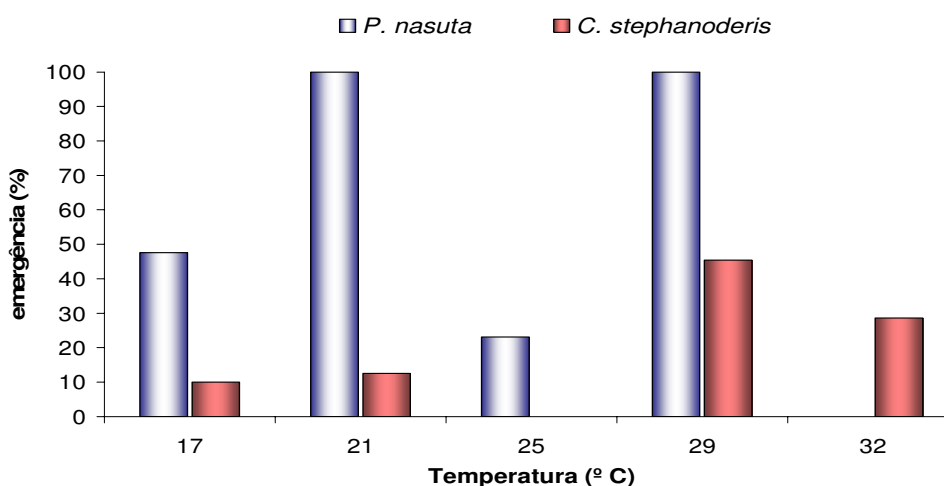


Figura 14. Emergência (%) de adultos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* oriundos de pupas com casulos mal formados, criadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32° C. UR: 70 ± 10%. Fotofase: 10h.

Observou-se que, a temperatura de 25° C foi a mais favorável para a espécie *C. stephanoderis*, uma vez que, não ocorreu a presença de casulos mal formados. Entretanto, para *P. nasuta*, a menor porcentagem de emergência dos adultos, de somente 12,5%, foi verificada nessa temperatura.

4.1.3.4.4. Viabilidade total das pupas

Considerando-se todas as pupas obtidas, com ou sem casulo e casulos mal formados, observou-se nas temperaturas de 21, 25 e 29° C, as mais altas porcentagens de viabilidade da fase pupal de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*. Com exceção da temperatura de 29° C, cuja porcentagem de sobrevivência das pupas de *P. nasuta* foi de 85%, em todas as demais, os índices situaram-se acima de 90%, para ambas as espécies (Figura 15).

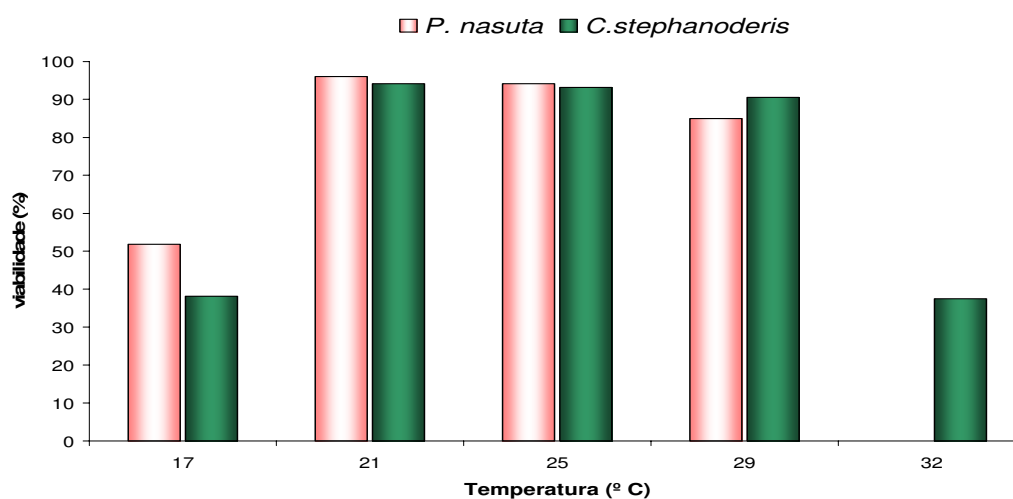


Figura 15. Índices de viabilidade (%) do total de pupas de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*, formadas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

A temperatura de 17° C foi desfavorável para os parasitóides, cujos índices de viabilidade, foram baixos, de 51,9% para *P. nasuta* e de 38,2% para *C. stephanoderis*. Entretanto, conforme comentado no ítem 4.1.3.4.1., a influência negativa dessa temperatura foi exercida, principalmente, sobre a saída dos adultos dos casulos e não pela mortalidade direta das pupas.

Observou-se ainda, que somente 37,5% do total das pupas da vespa da Costa do Marfim sobreviveram à 32° C, sendo que, neste caso, a morte destas foi provocada

pela exposição direta à alta temperatura. Conforme foi observado, metade das pupas formadas nesta temperatura não construiu casulos ou estes estavam mal formados, assim, pode-se concluir que, provavelmente, a função protetora do casulo seja mais importante para *C. stephanoderis* nas temperaturas mais elevadas.

4.1.4. Ciclo evolutivo total

4.1.4.1. Duração média do período de ovo-adulto de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*

A duração média do ciclo total de *P. nasuta* foi superior a de *C. stephanoderis* nas temperaturas de 17, 21, 25 e 29° C (Tabela 5). Como não ocorreu sobrevivência dos ovos da vespa de Uganda à 32° C, não foi possível determinar o seu ciclo nessa temperatura. Também INFANTE (2000) afirmou ser esta última espécie sensível às temperaturas mais elevadas, principalmente as situadas no gradiente de 30 a 35° C.

Tabela 5. Intervalo de variação e duração média (\pm EP) em dias do ciclo evolutivo de ovo-adulto de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*, mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h.

Temperatura (°C)	<i>C. stephanoderis</i>		<i>P. nasuta</i>	
	Intervalo de variação (dias)	Duração média (dias) * ovo-adulto	Intervalo de variação (dias)	Duração média (dias) * ovo-adulto
17	52 - 55	53,3 \pm 0,09 a B (n=76)**	51-63	55,2 \pm 0,25 a A (n=42)**
21	34 - 40	38,9 \pm 0,06 b B (n=549)	38-42	40,5 \pm 0,09 b A (n=183)
25	17 - 21	19,6 \pm 0,04 c B (n=494)	23-26	22,8 \pm 0,06 c A (n=168)
29	14 - 19	15,9 \pm 0,04 d B (n=458)	17-20	18,0 \pm 0,13 d A (n=34)
32	14 - 17	14,2 \pm 0,04 e (n=30)	-	-

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

** n= número de formas imaturas avaliadas

As médias obtidas para a fase de ovo-adulto dos dois parasitóides diminuíram com o aumento da temperatura (Tabela 5). Este fenômeno era esperado, visto que, animais de sangue frio ou pecilotérmicos, como os insetos, completam seu desenvolvimento mais rapidamente em temperaturas mais altas, dentro de certo intervalo (SILVEIRA NETO et al., 1976).

O tempo requerido para o desenvolvimento completo de *P. nasuta* foi praticamente de dois dias a mais do que para *C. stephanoderis*, entre as médias obtidas em todas as temperaturas, sendo estas, estatisticamente diferentes entre si.

À 17º C, a duração média de 53,3 dias do ovo-adulto da vespa da Costa do Marfim foi cerca de 3,8 vezes maior que a média de 14,2, obtida à 32º C. O valor obtido nesta última temperatura foi similar ao relatado por INFANTE et al. (1992a), de 14,0 dias, entretanto, à 17º C os autores observaram uma duração média superior, de 66 dias.

O tempo necessário para o desenvolvimento completo, tanto de *P. nasuta* (40,5 dias), quanto de *C. stephanoderis* (38,9 dias), na temperatura de 21º C, foi o dobro do observado à 29º C. INFANTE et al. (1992a) relataram uma duração do ciclo de vida desta última espécie, à 22º C, de 34,9 dias, enquanto que para *P. nasuta*, a média obtida por INFANTE (2000) foi de 18 dias.

O tempo mínimo requerido para a emergência dos adultos da vespa da Costa do Marfim na temperatura de 25º C foi de 17 dias, com uma média de 19,6 dias, valor que diferiu do encontrado por ABRAHAM et al. (1990), de 23,2 dias. Por outro lado, a média obtida neste estudo nessa temperatura, aproximou-se dos obtidos por BARRERA et al. (1993), de 20,6 dias para as fêmeas, e 19,7 dias para os machos, a $26 \pm 1^\circ$ C. Também houve concordância entre a duração média do ciclo de *P. nasuta*, obtida na temperatura de 25º C (22,8 dias), com a média de 22,4 dias, relatada por ABRAHAM et al. (1990).

A fase imatura que contribuiu para as diferenças entre as médias da duração do ciclo total dos parasitóides foi a larval, mais longa para a vespa de Uganda.

4.1.4.2. Índices de viabilidade total das formas imaturas de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*

Em todas as temperaturas avaliadas as porcentagens de sobrevivência das formas imaturas de *C. stephanoderis* foram maiores que as observadas para *P. nasuta*, provavelmente por ser esta, mais sensível à manipulação em laboratório (Figura 16).

As temperaturas extremas de 17° e 32° C foram as mais desfavoráveis para o desenvolvimento da vespa da Costa do Marfim, com os menores índices totais de viabilidade, respectivamente de 41,7 e 14,8%. Também para a vespa de Uganda, as menores porcentagens, 17,1 e 18,2%, foram observadas, respectivamente, nas temperaturas de 17 e 29° C (Figura 16).

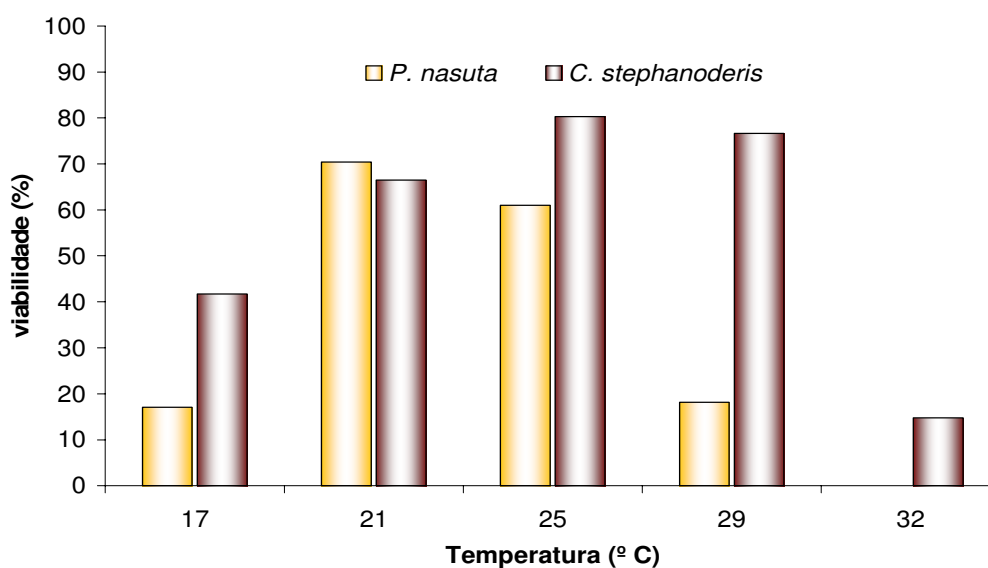


Figura 16. Índices totais (%) de viabilidade do ciclo evolutivo de ovo-adulto de *P. nasuta* e *C. stephanoderis*, mantidos às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

Os maiores índices de viabilidade do ciclo de ovo a adulto de *C. stephanoderis* (80,3 e 76,6%) foram constatados, respectivamente, nas temperaturas de 25 e 29° C.

Para a maioria dos insetos, existe uma temperatura ótima ao redor de 25° C, que corresponde ao ponto de desenvolvimento mais rápido e maior número de descendentes (SILVEIRA NETO et al., 1976). Desta forma, considerando-se os maiores índices de viabilidade, aliado ao tempo de desenvolvimento mais rápido, pode-se inferir que, provavelmente, para *C. stephanoderis*, a temperatura ótima, situa-se entre 25 e 29° C. Esta conclusão é aproximada à afirmação de INFANTE et al. (1992a), de que, a temperatura ótima para o desenvolvimento da vespa da Costa do Marfim é próxima a 27° C.

Para *P. nasuta*, os maiores índices totais de viabilidade de ovo-adulto (70,4 e 61,0%), ocorreram, respectivamente, nas temperaturas de 21 e 25° C. Assim, para esta espécie, as condições mais favoráveis para o seu desenvolvimento aproximaram-se das temperaturas mais baixas do que para *C. stephanoderis*.

4.1.4.3. Relação sexual

As duas espécies de parasitóides em estudo podem se reproduzir tanto sexualmente, originando machos e fêmeas como via partenogênese arrenótoca, onde são produzidos apenas machos, fato constatado neste estudo e por outros autores (HEMPEL, 1934; ABRAHAM et al., 1990; BARRERA et al., 1993).

A relação sexual observada para *P. nasuta* não apresentou grande variação nas diferentes temperaturas (Tabela 6).

Entretanto, para a espécie *C. stephanoderis*, o número de fêmeas encontrado, foi bem superior na temperatura de 17° C (25 fêmeas: 1 macho), em relação às demais (Tabela 6). A proporção sexual obtida para esta espécie aproxima-se da relatada por HEMPEL (1933) para *P. nasuta*, que citou a ocorrência de vinte vezes mais fêmeas do que machos. O autor afirmou ainda que, essa relação não impede a fecundidade das vespas, uma vez que, um único macho pode acasalar-se com várias fêmeas.

Tabela 6. Relação sexual (fêmea: macho) de *C. stephanoderis* e *P. nasuta* mantidas às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

Temperatura ($^\circ$ C)	Relação sexual (fêmea : macho)	
	<i>C. stephanoderis</i>	<i>P. nasuta</i>
17	25,0 : 1	4,5 : 1
21	8,2 : 1	5,1 : 1
25	9,6 : 1	5,3 : 1
29	4,7 : 1	5,8 : 1
32	7,3 : 1	-

O potencial de controle da razão sexual da descendência, em resposta aos fatores ambientais, é difundido entre os parasitóides de Hymenoptera. As características do hospedeiro como tamanho e idade podem influenciar a razão sexual da descendência (CHARNOV, 1982). Neste estudo, entretanto, não foi possível determinar se os hospedeiros oferecidos para *P. nasuta* e *C. stephanoderis* exerceram influência sobre a relação sexual dos parasitóides, ou se o fator principal foi a temperatura.

4.1.5. Fase adulta

4.1.5.1. Características e hábitos comportamentais

Os adultos de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* são semelhantes, tanto em relação à coloração do corpo, quanto no tamanho. As espécies podem ser facilmente diferenciadas pelos formatos das cabeças, que é triangular na vespa de Uganda (Figura 17c) e retangular, com bordas posteriores arredondadas, distintamente mais longa que larga, na vespa da Costa do Marfim (BETREM, 1961) (Figura 17 a; b).

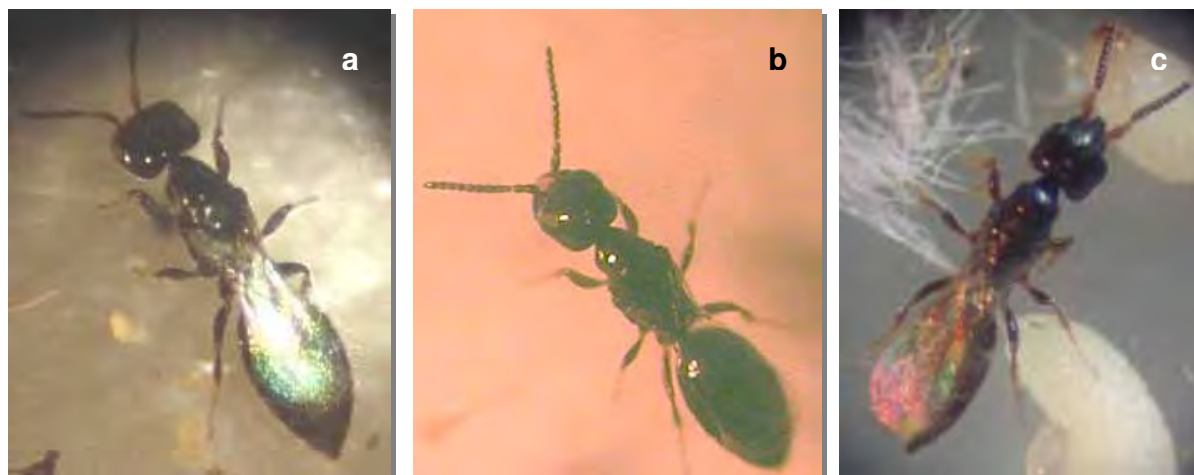


Figura 17. Fêmea (a) e macho (b) de *C. stephanoderis*. Fêmea (c) de *P. nasuta*.

Além do parasitismo, *P. nasuta* e *C. stephanoderis* apresentam o hábito predatório, alimentando-se de todas as fases imaturas da broca-do-café, mas principalmente de ovos e larvas pequenas (HEMPEL, 1934), ou seja, dos primeiros estágios.

Os adultos da broca também são atacados, geralmente na região gular (HEMPEL, 1934; INFANTE et al., 2005). Durante a condução dos ensaios foi possível observar que, em várias ocasiões, muitas pupas da broca oferecidas para a oviposição não eram utilizadas e se transformavam em adultos. Logo após a sua emergência eram atacados pelas fêmeas dos parasitóides, as quais, após cortarem a cabeça, alimentavam-se dos fluidos do seu corpo. (Figura 18 c e d).

Este hábito predatório das fêmeas foi constatado em frutos brocados com a presença de *C. stephanoderis*, após a sua dissecação em laboratório, quando se observou todos os adultos da broca recém-emergidos mortos. LAUZIÈRE et al. (2001) relataram que, no período de entressafra, em que há escassez de formas imaturas da broca para serem parasitadas, a vespa pode tornar-se importante predadora dos adultos da praga.

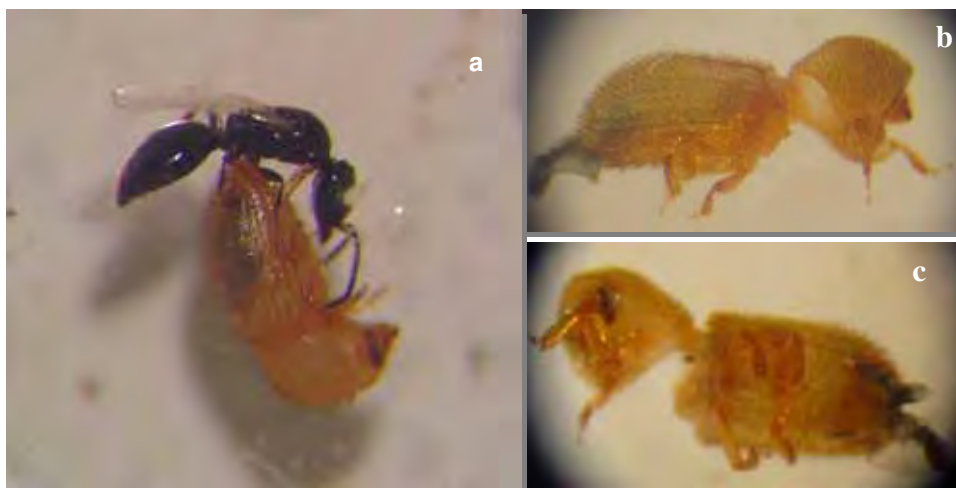


Figura 18. **a.** Fêmea de *C. stephanoderis* sobre adulto da broca-do-café recém-emergido. **b e c.** adultos da broca-do-café predados pela fêmea de *C. stephanoderis*.

4.1.5.2. Longevidade das fêmeas

A longevidade, tanto das fêmeas de *C. stephanoderis* como de *P. nasuta*, foi inversamente proporcional às temperaturas em que foram criadas (Tabela 7). Os coeficientes de correlação (r) entre as temperaturas e as longevidades foram de -0,91 e -0,99, respectivamente, para as duas espécies, ajustando-se a uma equação linear significativa.

C. stephanoderis apresentou as maiores médias de longevidade quando comparada com *P. nasuta*, com exceção da temperatura de 25° C, cujos valores não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 7).

Os valores máximos de longevidade foram observados à temperatura de 17° C, com 100% das fêmeas de *C. stephanoderis* e 50,0% de *P. nasuta* vivendo três meses ou mais. Das trinta fêmeas de *C. stephanoderis*, dois exemplares viveram 202 dias e, apesar de *P. nasuta* ter apresentado uma média mais baixa nessa temperatura, uma fêmea apresentou uma duração máxima de 188 dias. INFANTE (2000) observou uma longevidade máxima para uma fêmea de *P. nasuta*, à 18° C, de 166 dias.

Tabela 7. Duração média (\pm EP) e intervalo de variação, em dias, da longevidade de fêmeas de *C. stephanoderis* e de *P. nasuta*, criadas nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ$ C). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

Espécies	Longevidade (dias)	Temperaturas ($^\circ$ C)				
		17 (n=30)**	21 (n=30)	25 (n=30)	29 (n=30)	32 (n=30)
<i>C. stephanoderis</i>	Dur. média*	162,2 \pm 5,8 a A	102,6 \pm 6,29 b A	55,2 \pm 5,27 cd A	63,5 \pm 1,94 c A	45,4 \pm 1,44 d A
	Int. variação	103 - 202	51 - 184	22 - 126	43 - 82	31 - 65
<i>P. nasuta</i>	Dur. média	91,3 \pm 6,17 a B	80,1 \pm 3,37 a B	58, 3 \pm 4,31 b A	39,6 \pm 1,65 c B	14,5 \pm 1,45 d B
	Int. variação	51 - 188	44 - 124	20 - 99	18 - 59	6 - 31

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula horizontal não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

** n= número de fêmeas avaliadas

Em estudos com *P. nasuta*, desenvolvidos em condições não controladas de temperatura, quando as fêmeas foram alimentadas somente com larvas da broca, TOLEDO (1942) observou uma longevidade média de 96,3 dias, com um máximo de 125 dias (estação quente: de nov./1938 a fev./39), e de 90,5 dias, com um máximo de 155 dias (estação fria: maio a out./39).

A temperatura de 32° C foi a menos favorável para a sobrevivência de *P. nasuta*, constatando-se no oitavo dia, um índice de mortalidade de 46,7%. Para *C. stephanoderis*, a média da longevidade (45,2 dias) nessa temperatura, apesar de ter sido inferior às demais, não apresentou diferença significativa com a obtida à 25° C. Entretanto, quando comparada com a longevidade média de *P. nasuta* (14,5 dias), constatou-se um valor três vezes maior.

Estudos desenvolvidos para outras espécies do gênero *Cephalonomia*, registraram diferença na duração média da longevidade das fêmeas. RILLET (1949) encontrou duração da longevidade de três semanas à 30° C para *C. waterstoni*. Fêmeas adultas acasaladas ou virgens da espécie *C. hyalinipennis*, viveram 56,9 e 77,2 dias, respectivamente, quando criadas à temperatura de $28 \pm 2^\circ$ C (PÉREZ-LACHAUD & HARDY, 1999).

O decréscimo no tempo de duração do período de longevidade das fêmeas dos parasitóides era esperado, pois segundo BURSELL (1970), um aumento na temperatura estimula o metabolismo dos insetos, conseqüentemente provoca, muitas vezes, a exaustão das reservas de alimento, fato que pode ser a causa real da sua morte a altas temperaturas.

4.1.5.3. Período de pré-oviposição

Conforme o observado para a longevidade, houve diferença significativa entre as médias dos períodos de pré-oviposição das fêmeas das espécies de parasitóides em todas as temperaturas, com exceção da obtida à 25° C.

As maiores médias em dias de duração deste período foram observadas à temperatura de 17° C, para ambas as espécies. Entretanto, à 32° C, *C. stephanoderis* também apresentou uma média elevada, diferindo de *P. nasuta*, que iniciou as posturas apenas três dias após a inoculação (Tabela 8).

Tabela 8. Duração média (\pm EP) e intervalo de variação em dias, do período de pré- oviposição de *C. stephanoderis* e *P. nasuta* criadas nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10 %. Fotofase: 10h.

Espécies	Pré- oviposição (dias)	Temperatura (° C)				
		17 (n=30)**	21 (n=30)	25 (n=30)	29 (n=30)	32 (n=30)
<i>C. stephanoderis</i>	Dur. média *	21,7 \pm 2,36 a B	13,5 \pm 0,93 bc B	8,9 \pm 0,51cd A	7,9 \pm 0,49 d B	17,2 \pm 1,14 ab A
	Int.var.	5 - 51	8 - 30	6 -16	5 -16	7 - 32
<i>P. nasuta</i>	Dur. média	31,1 \pm 3,30 a A	18,6 \pm 1,18 b A	11,6 \pm 1,10 c A	11,8 \pm 1,33 c A	3,0 \pm 0,17 d B
	Int.var.	6 - 65	9 - 29	4 - 24	2 - 36	0 - 3

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

** n= número de fêmeas avaliadas

Comparando-se as médias obtidas para a mesma espécie, observa-se que à 25° C, a duração do período para *C. stephanoderis*, que foi de 8,9 dias, não diferiu

significativamente daquelas observadas a 21 e 29° C, respectivamente, de 13,5 e 7,9 dias. Em relação a *P. nasuta* a média de 11,6 dias a 25° C, não diferiu somente da encontrada à 29° C.

Observou-se variação no período de pré-oviposição das duas espécies de parasitóides entre os resultados obtidos neste estudo e por outros autores. Na temperatura de 25° C, as médias aproximam-se dos relatados por ABRAHAM et al. (1990) que foi de 13,8 dias para *P. nasuta* e 9,0 dias para *C. stephanoderis*. Entretanto, para esta última espécie, INFANTE et al. (1992b) registraram 4,8 dias à $26,18 \pm 1,14^\circ$ C. Para *P. nasuta* criada na temperatura constante de 27° C, INFANTE (2000) encontrou uma duração média bem mais elevada, 16 dias, e quando criada com variações de temperatura entre 18 e 30° C, o período oscilou de 3 a 14 dias (INFANTE et al., 2005).

Para explicar essas diferenças na duração do período de pré-oviposição, LAUZIÈRE et al. (2001) relataram que, além da influência da temperatura, o estado nutricional das fêmeas também é importante. Em ensaio desenvolvido por esses autores, com *C. stephanoderis*, alimentadas com diferentes estádios imaturos da broca-do-café, verificaram diferença na duração do período de pré-oviposição do parasitóide, sendo que fêmeas alimentadas somente com pupas apresentaram um período de $2,5 \pm 0,75$ dias, a $28 \pm 2^\circ$ C.

Por outro lado, TOLEDO (1942) afirmou que o período de pré-oviposição é uma característica individual e provavelmente menos influenciada pelos fatores externos, uma vez que, lotes de indivíduos criados em igualdade de condições, apresentam grandes variações em relação à duração desse período.

A análise de regressão estimou a tendência da curva para o período de pré-oviposição de *C. stephanoderis* através de uma equação quadrática, com um coeficiente de determinação de 92,4%, sendo que, para *P. nasuta* obteve-se uma equação do tipo cúbica, cujo coeficiente foi de 96,3% (Figura 19).

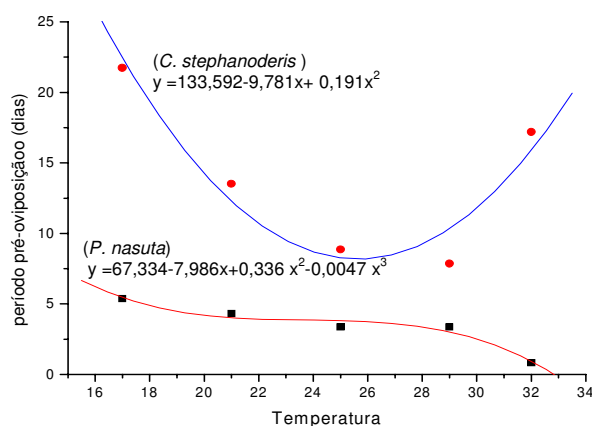


Figura 19. Curva de regressão do período de pré-oviposição de *P. nasuta* e de *C. stephanoderis*.

4.1.5.4. Comportamento de oviposição

As fêmeas dos betilídeos, antes de ovipositem injetam uma substância no corpo do hospedeiro, paralisando-o quase que imediatamente (PETER & DAVID, 1991). Outras vezes, entretanto, essa substância leva em torno de uma hora para agir (REMADEVI et al., 1978).

Tanto as fêmeas de *P. nasuta* quanto as de *C. stephanoderis* realizam suas posturas nas larvas do último ínstar e nas pupas da broca-do-café. Através do ovipositor, espalham uma substância adesiva na região onde será depositado o ovo, possibilitando que estes permaneçam fixos ao corpo do hospedeiro. Observou-se, entretanto, que no final do período de oviposição, muitos ovos soltavam-se das formas jovens da broca, provavelmente porque, com a idade avançada das fêmeas, a substância colante vai reduzindo ou perdendo a sua eficiência.

Embora alguns aspectos da biologia de diversas espécies de betilídeos sejam semelhantes, ocorre uma variabilidade entre o número de ovos e a região do corpo do hospedeiro onde os ovos são colocados.

De forma geral, *P. nasuta* e *C. stephanoderis* colocam apenas um ovo nas larvas do último ínstar e nas pupas da broca-do-café, entretanto, em condições de laboratório,

observou-se, em alguns casos, superparasitismo, com dois ovos em uma mesma larva (Figura 20 c).

Para outras espécies de betilídeos, o número de ovos colocados por hospedeiro é mais elevado. *C. gallicola* oviposita de um a nove ovos (KEARNS, 1934); *C. tarsalis*, de um a dois (POWELL, 1938); *C. hyalinipennis*, de um a três ovos (PÉREZ-LAUCHAUD & HARDY, 1999) e *Goniozus nephantidis* até dezoito ovos em um único indivíduo (HARDY et al., 1992).

O local de oviposição dos betilídeos varia de grupo para grupo (FINNAMORE & GAULD, 1995). Por exemplo, fêmeas de *G. nephantidis* ovipositam na região lateral do corpo das larvas (REMADEVI et al., 1978).

Por outro lado, tanto *P. nasuta* quanto *C. stephanoderis* realizam as suas posturas, na maioria das vezes, sobre a região ventral das larvas (Figura 20 a) e na região dorsal das pupas da broca (Figura 20 b). Entretanto, eventualmente, constatou-se a oviposição em outras regiões, como nas pernas, próximo a cabeça ou na região ventral das pupas ou no dorso próximo à cabeça das larvas. Em todos esses casos, não ocorreu o desenvolvimento dos parasitóides.

A oviposição em regiões do corpo não muito adequadas para o desenvolvimento das larvas também foi verificada por INFANTE et al. (2005). Segundo os autores, as fêmeas de *P. nasuta* perdem gradualmente a habilidade para ovipositar, ou seja, depois de vinte dias de iniciarem as posturas, colocaram alguns ovos na cabeça e tórax dos seus hospedeiros.

Segundo KEARNS (1934) e POWELL (1938), o número elevado de ovos colocados por certos parasitóides em um único hospedeiro parece estar correlacionado, de certa forma, com a escassez deste, ou seja, esta situação seria um estímulo à fêmea retornar àquele espécime no qual ela previamente ovipositou, colocando ovos adicionais. Entretanto, para *P. nasuta* e *C. stephanoderis*, provavelmente esta hipótese não se aplica, visto que, quando dois ovos foram colocados em um mesmo hospedeiro, ainda existiam outros disponíveis.

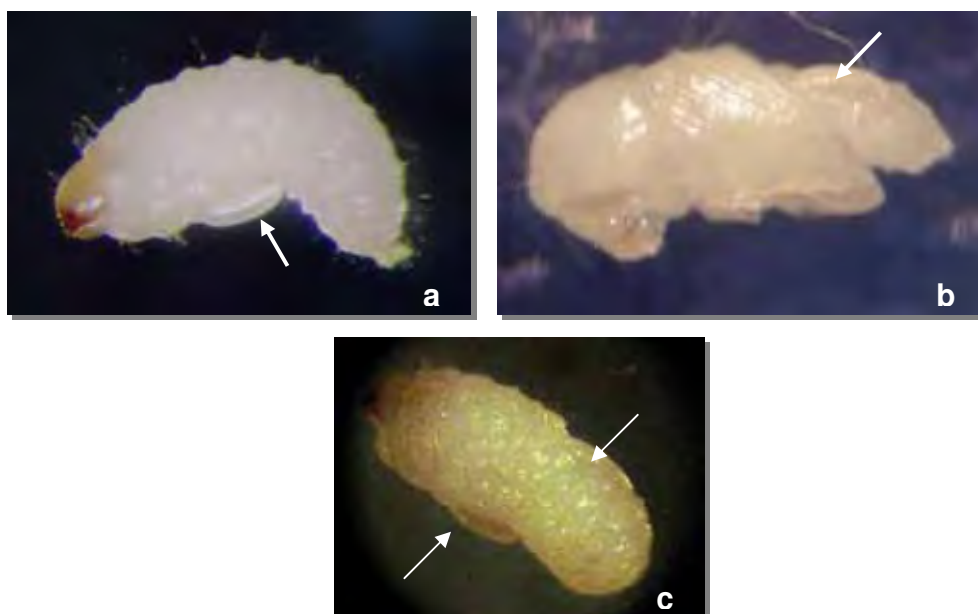


Figura 20. Regiões do corpo do hospedeiro (broca-do-café) onde são feitas as posturas do parasitóide (*C. stephanoderis*). **a**: ovo na região ventral da larva. **b**: ovo na região dorsal da pupa. **c**: larva da broca-do-café com dois ovos de *P. nasuta*.

Outras hipóteses para explicar o número de ovos colocados por hospedeiro foram formuladas. De acordo com GORDH (1976), a maioria das espécies de *Goniozus* e *Prosierola* pode estimar o tamanho do hospedeiro, colocando um determinado número de ovos de acordo com cada espécime. Por outro lado, GRIFFITHS & GODFRAY (1988) relataram que a baixa incidência de superparasitismo dentro da família Bethyidae é devido ao cuidado maternal que as fêmeas desses insetos apresentam por seus descendentes.

Para a vespa de Uganda e vespa da Costa do Marfim, provavelmente, a oviposição eventual de mais de um ovo por hospedeiro seja devido à preferência das espécies a certos estádios da broca para a oviposição. De acordo com ABRAHAM et al. (1990), a espécie *C. stephanoderis* prefere ovipositar sobre as pupas e, *P. nasuta* sobre as larvas da broca.

4.1.5.5. Período de oviposição

4.1.5.5.1. Número médio de ovos colocados por fêmea

As médias de ovos colocados por fêmea de *C. stephanoderis* foram superiores às de *P. nasuta* em todas as temperaturas, entretanto, estatisticamente, não ocorreu diferença significativa entre as médias obtidas para ambas as espécies à 25º C (Tabela 9).

Tabela 9. Média (\pm EP) e intervalo de variação do número de ovos colocados por *C. stephanoderis* e *P. nasuta* nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1º C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h.

Espécies	Período de oviposição	Temperaturas (º C)				
		17 (n=30)**	21 (n=30)	25 (n=30)	29 (n=30)	32 (n=30)
<i>C. stephanoderis</i>	Média *	15,5 \pm 0,87 bA	24,5 \pm 1,74 aA	22,5 \pm 3,32 aA	18,1 \pm 0,57 abA	6,4 \pm 0,47 c A
	Int. variação	9 - 29	12 - 48	7 - 72	14 - 27	3 - 11
<i>P. nasuta</i>	Média *	8,9 \pm 1,20 bB	13,6 \pm 0,74 aB	18,8 \pm 1,92 aA	8,0 \pm 0,78 bB	0,1 \pm 0,06 cB
	Int. variação	3 - 26	6 - 23	8 - 49	1 - 17	0 - 1

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

** n= número de fêmeas avaliadas.

As temperaturas de 17 e 32º C afetaram a produção de ovos por fêmea tanto de *P. nasuta* quanto de *C. stephanoderis*, registrando-se as médias mais baixas nessas temperaturas. Também INFANTE & LUIS (1993) relataram que a fecundidade das fêmeas desta última espécie havia sido grandemente afetada, tanto pelas baixas, como pelas altas temperaturas.

Em relação à vespa da Costa do Marfim observou-se que, embora as médias de ovos obtidas nas temperaturas de 21 e 25º C tenham sido um pouco maiores que as observadas à 29º C, não ocorreu diferença significativa entre elas. Por outro lado, a

média de ovos nesta última temperatura não diferiu significativamente da observada à 17º C.

Para a vespa de Uganda, também não foi observada diferença entre o número médio de ovos obtidos à 21 e 25º C, respectivamente, de 13,6 e 18,8 por fêmea, entretanto, a média obtida à 29º C (8,0 ovos/fêmea) diferiu daquelas. Nesta última temperatura, a média foi similar à obtida a 17º C (8,9 ovos), não diferindo significativamente entre si. Estes resultados aproximam-se dos obtidos por INFANTE (2000), que observou médias de 12,0 e 21,5 ovos por fêmea de *P. nasuta* respectivamente, às temperaturas constantes de 22 e 27º C. Por outro lado, o número de ovos encontrado pelo mesmo autor foi mais elevado ao registrado neste estudo à 29º C, sendo de 13,1 ovos e mais baixo à 17º C, que foi de 2,2 ovos por fêmea.

A temperatura de 32º C foi inadequada para a oviposição de *P. nasuta*, visto que, das trinta fêmeas observadas, apenas três colocaram um único ovo cada. Para a espécie *C. stephanoderis*, apesar da média nessa temperatura ter sido a mais baixa que as demais, constatou-se posturas de todas as fêmeas, sendo que uma colocou um total de 11 ovos e cinco delas, 10 ovos.

Como a taxa de oviposição dos insetos geralmente diminui antes de alcançar os limiares extremos de temperatura (BURSELL, 1970), pode-se concluir que, provavelmente esses extremos de temperatura para os parasitóides em estudo situam-se ao redor de 17 e 32º C.

4.1.5.5.2. Número médio de ovos colocados por fêmea por semana

A atividade de oviposição das fêmeas dos parasitóides não foi distribuída uniformemente ao longo das semanas em que ocorreram as posturas (Figura 21).

As temperaturas mais elevadas anteciparam os picos de posturas (Figura 21), entretanto, nem sempre esses picos corresponderam ao total de fêmeas ovipositando (Figura 22). Este fato sugere que, parte das fêmeas apresenta quase toda a quantidade de ovos nessas semanas de picos.

Fêmeas de *P. nasuta* criadas às temperaturas de 17 e 21° C apresentaram os maiores picos de posturas, na quinta e sexta semanas, respectivamente. Para *C. stephanoderis*, os maiores índices obtidos nessas temperaturas, foram, respectivamente, de 13,2 e 10,5% com 93,3% das fêmeas ovipositando na décima terceira e nona semanas.

Na temperatura de 25° C, 19,4% das posturas da vespa da Costa do Marfim foram feitas por 96,7 e 100% das fêmeas, respectivamente, na segunda e terceira semanas. Por outro lado, *P. nasuta*, tanto à 25 como à 29° C, apresentaram os maiores picos de posturas na quarta semana. Também INFANTE et al. (1992b) relataram um pico máximo de posturas de vinte a trinta dias após a emergência das fêmeas de *C. stephanoderis*, a $26 \pm 1,14^\circ$ C.

À 29° C, cerca de 19,8% das posturas de *C. stephanoderis* foram feitas por 96,7% das fêmeas, enquanto que, à 32° C, 80% delas realizaram cerca de 25,1% das posturas totais na 4ª semana.

Na temperatura de 32° C, as posturas desta espécie foram distribuídas mais uniformemente da terceira até a sexta semanas, enquanto que, somente as três fêmeas de *P. nasuta* que ovipositaram nesta temperatura, colocaram seus ovos na primeira semana.

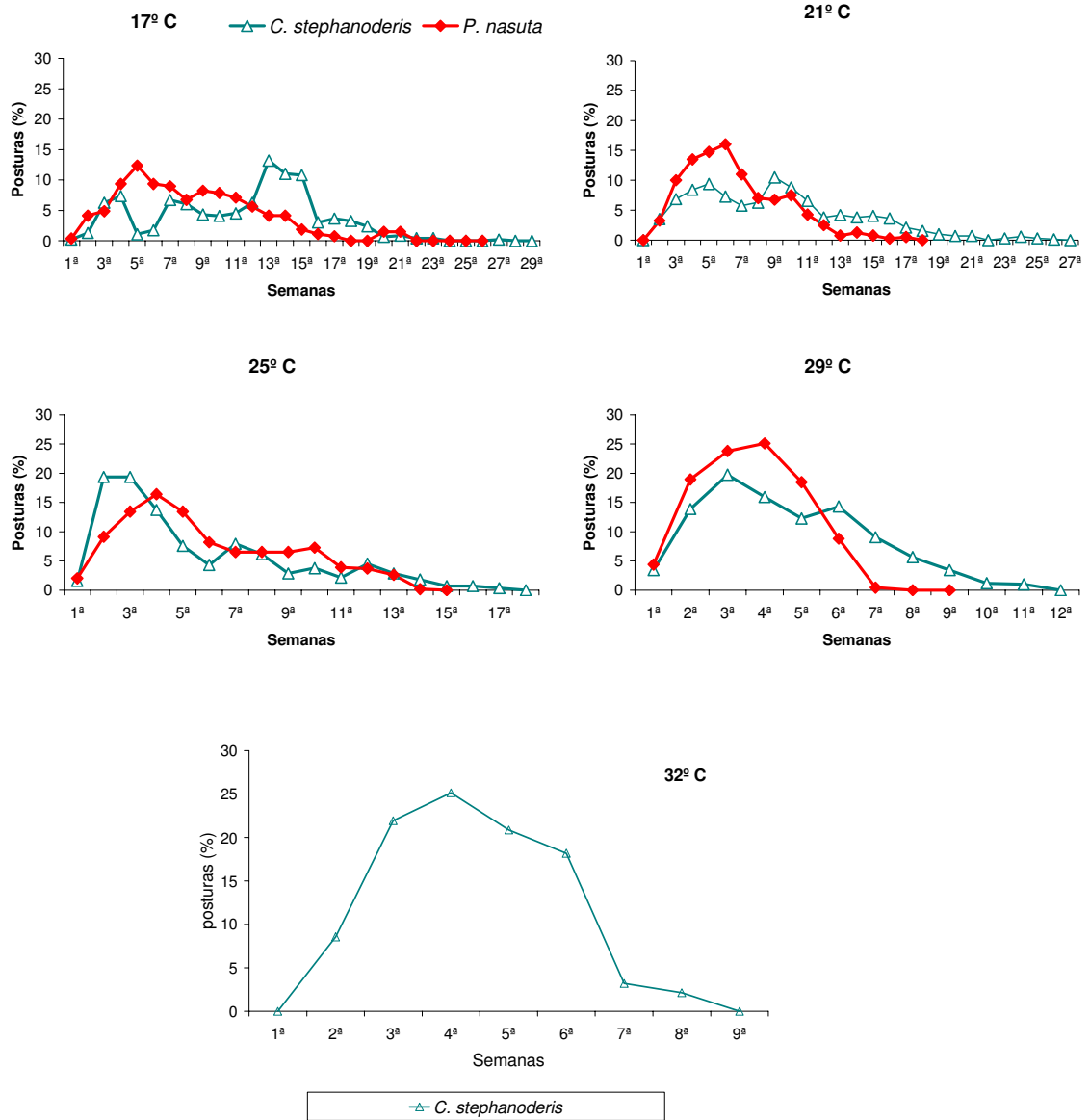


Figura 21. Distribuição das porcentagens de posturas de fêmeas de *C. stephanoderis* e *P. nasuta* durante as semanas do período de longevidade, às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ \text{C}$). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

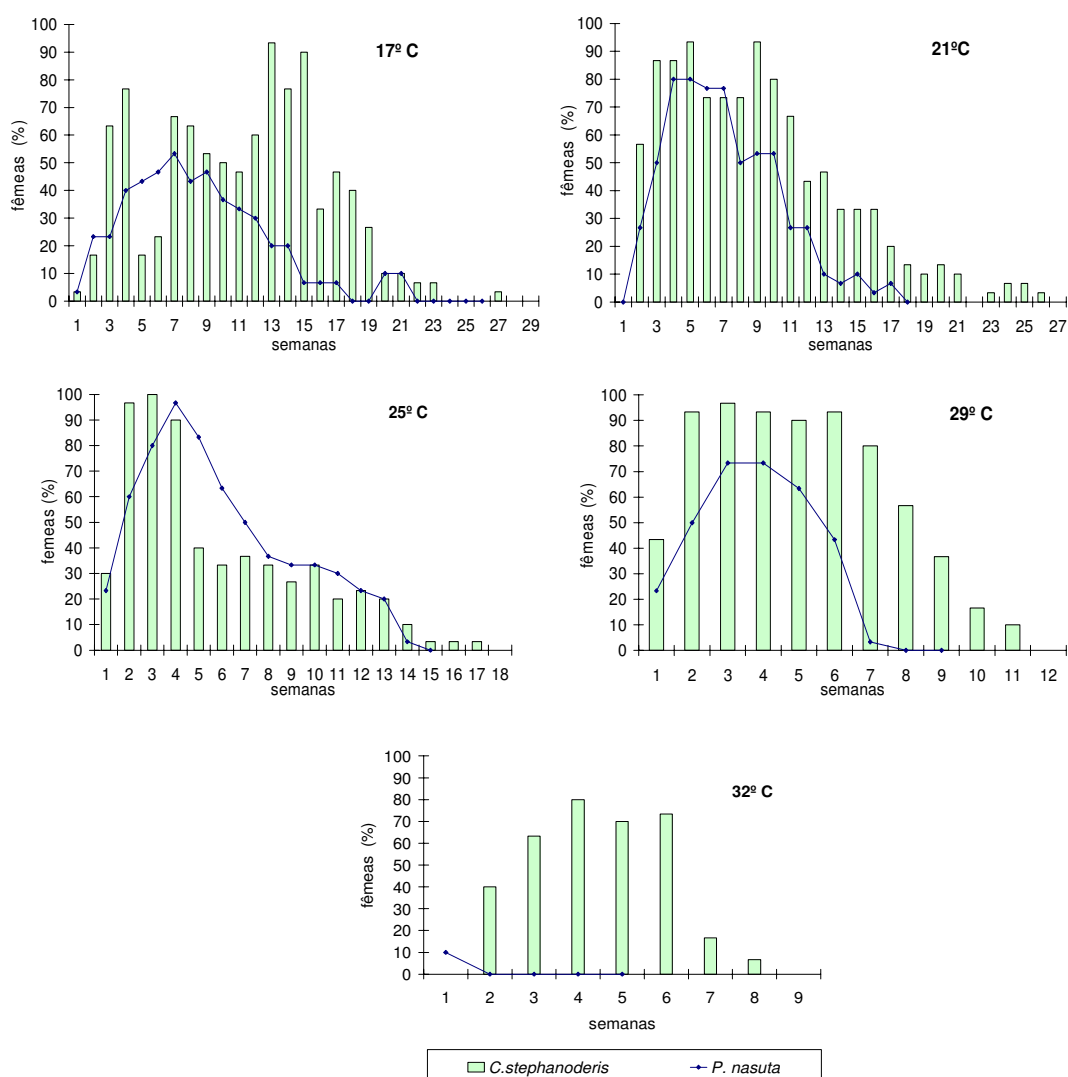


Figura 22. Porcentagens de fêmeas de *C. stephanoderis* e *P. nasuta* que ovipositaram por semana durante o seu período de longevidade às temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 ($\pm 1^\circ \text{C}$). UR: $70 \pm 10\%$. Fotofase: 10h.

O número de ovos colocados por fêmea de *C. stephanoderis* por dia variou de um a quatro, sendo que, em todas as temperaturas, ocorreram posturas do parasitóide com dois ovos. À 17 e 32° C, 13,3% do total das fêmeas colocaram dois ovos em um mesmo dia e às temperaturas de 21, 25 e 29° C, respectivamente, cerca de 30,0; 86,7 e 73,3% delas também ovipositaram essa quantidade de ovos. Constatou-se, ainda, que,

3,3% do total de fêmeas apresentaram posturas diárias com três ovos nas temperaturas de 21 e 25° C e igual porcentagem ovipositaram quatro ovos por dia à 29° C.

Para *P. nasuta*, não foram constatadas posturas diárias com mais de dois ovos. Do total de fêmeas que colocaram dois ovos por dia, as porcentagens de 3,3; 23,3; 60,0 e 26,7% foram observadas, respectivamente, nas temperaturas de 17, 21, 25 e 29° C.

4.1.5.6. Período de pós-oviposição

A temperatura de 17° C alongou a duração do período de pós-oviposição de ambas as espécies. Para *P. nasuta*, entretanto, não houve diferença significativa entre a média obtida nessa temperatura e na de 21° C. Nas temperaturas de 25 e 29° C houve um decréscimo na duração do período, não havendo diferença significativa entre os valores médios observados. O menor tempo da longevidade das fêmeas correspondente ao período de pós-oviposição foi obtido na temperatura de 25° C. (Tabela 10).

Tabela 10. Duração média (\pm EP) em dias do período de pós-oviposição de *C. stephanoderis* e *P. nasuta* e porcentagem da longevidade sem ovipositar, nas temperaturas constantes de 17, 21, 25, 29 e 32 (\pm 1° C). UR: 70 \pm 10%. Fotofase: 10h.

Temperatura (° C)	Duração média (dias) *		% da longevidade sem ovipositar	
	<i>C. stephanoderis</i>	<i>P. nasuta</i>	<i>C. stephanoderis</i>	<i>P. nasuta</i>
17 (n=30) **	39,5 \pm 0,90 a A	18,3 \pm 0,62 a B	24,3	20,0
21 (n=30)	7,8 \pm 0,27 b B	12,7 \pm 0,52 a A	7,6	15,8
25 (n=30)	9,1 \pm 0,25 b A	5,5 \pm 0,45 b A	16,5	9,4
29 (n=30)	9,1 \pm 0,23 b A	6,9 \pm 0,50 b A	14,3	17,4
32 (n=30)	7,6 \pm 0,19 b	-	16,7	-

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na horizontal e maiúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

** n= número de fêmeas avaliadas.

Com relação à espécie *C. stephanoderis*, na faixa de 21 a 32° C, os valores médios mantiveram-se similares, não ocorrendo diferenças significativas entre eles. Observou-se que, as fêmeas desta espécie, criadas à 17° C permaneceram cerca de

um quarto das suas vidas sem ovipositar. A 21º C, esse tempo foi reduzido, mantendo-se semelhante na faixa de 25 a 32º C, com porcentagens mais elevadas.

4.2. Índices de parasitismo e ocorrência de parasitóides da broca-do-café nos estados do Espírito Santo e São Paulo.

4.2.1. Levantamentos de parasitóides da broca-do-café no estado do Espírito Santo

Os betilídeos, *P. nasuta* e *C. stephanoderis* já haviam sido constatados anteriormente no Espírito Santo. A primeira espécie foi registrada no ano de 1990, nos municípios de Itaguaçu, Linhares e Marilândia e a segunda, em oito municípios, a partir de 1986 (BENASSI, 1995b). Entretanto, neste estudo, a vespa de Uganda não foi coletada em nenhuma das amostras obtidas durante os três anos de coletas.

Por outro lado, dentre os dezenove municípios visitados no estado, somente em três propriedades do município de Águia Branca não foi constatada a presença de *C. stephanoderis* (Figura 23).

Este fato, entretanto, não permite concluir que essa espécie não esteja presente na região, principalmente porque, as coletas foram feitas no mês de março, época do início de maturação dos frutos e geralmente com baixos índices de frutos brocados e de parasitismo. Também BENASSI (1995b) relatou ter constatado a presença de *P. nasuta* somente após quatro anos de coleta de frutos brocados.

Os municípios amostrados durante os três anos de coletas estão listados na Figura 23.

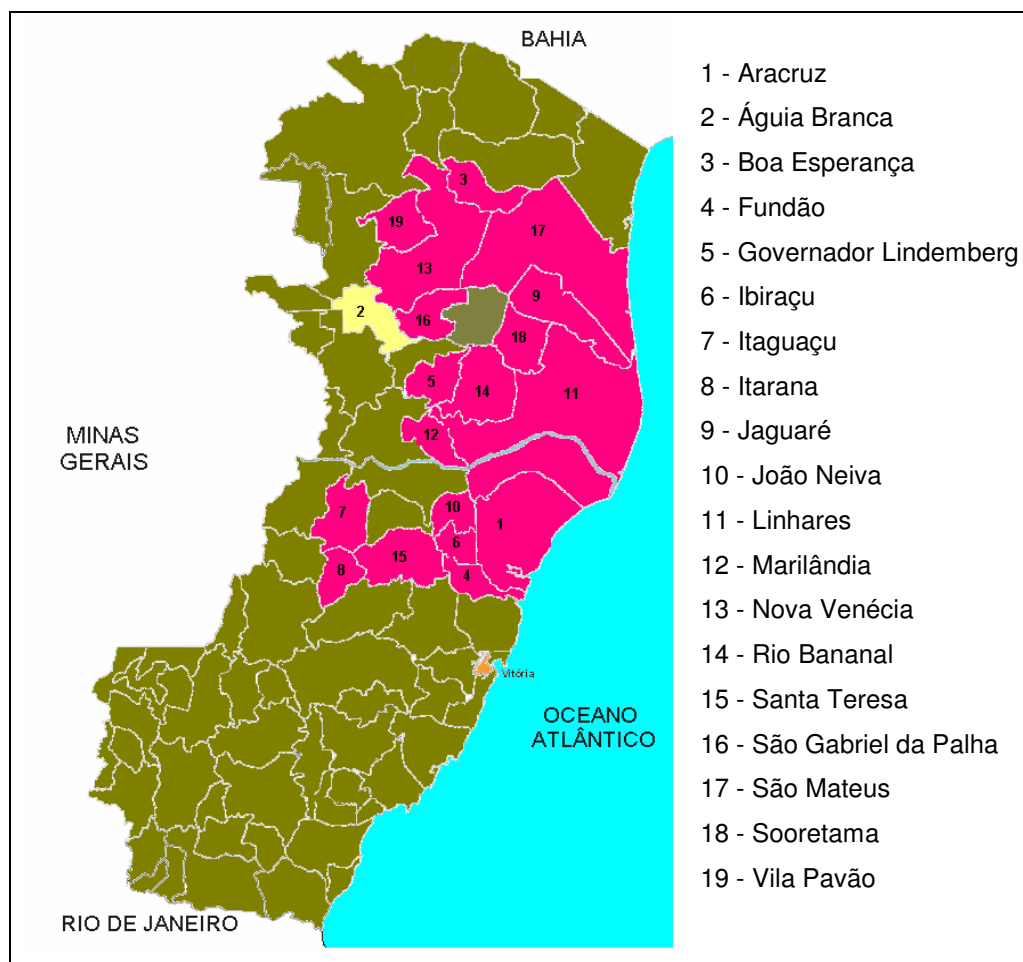


Figura 23. Municípios do Espírito Santo com a presença de *C. stephanoderis* (em vermelho) e sem a vespa (em amarelo), durante o período de 2001-2003.

Os índices de frutos com a presença de *C. stephanoderis* variaram de acordo com as propriedades, épocas do ano, municípios e entre os anos, entretanto, os valores mais elevados foram observados no período de entressafra.

No ano de 2001, as maiores porcentagens (de 51 e 45%) de frutos com brocas parasitadas, ocorreram nos meses de setembro e outubro, em duas propriedades, respectivamente, dos municípios de Nova Venécia e São Mateus (Figura 24).

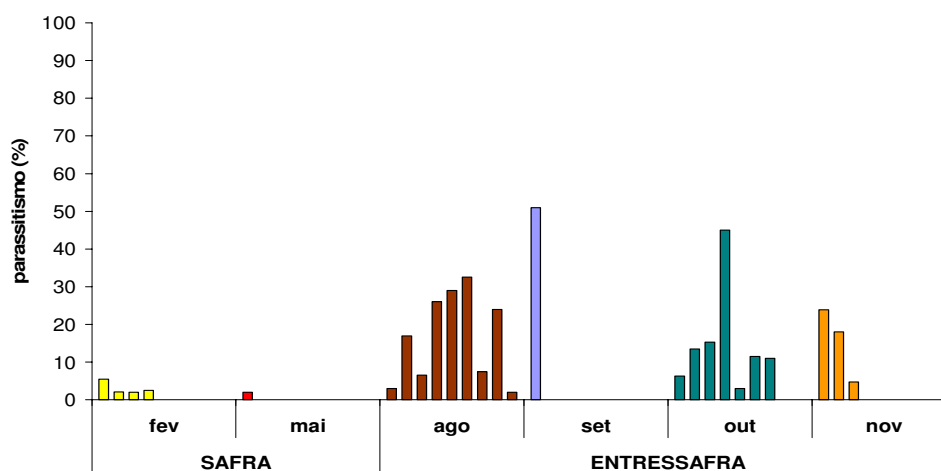


Figura 24. Porcentagens de frutos de café brocados com a presença do parasitóide *C. stephanoderis* em propriedades do Espírito Santo durante os períodos de safra e entressafra no ano de 2001.

No período inicial de maturação de frutos, de fevereiro até a colheita, geralmente realizada em junho, os índices de parasitismo alcançaram valores baixos, variando de 2 a 5,5%. No período de entressafra, observou-se que, no mês de novembro, apesar da quantidade de frutos presentes nas lavouras ter sido baixa, com predominância de frutos já secos, as porcentagens de parasitismo variaram de 4,7 a 23,9%. Os maiores índices observados por BENASSI et al. (2003) também foram encontrados no período de entressafra.

Em 2002, os índices de parasitismo atingiram os valores máximos de 37 e 34%, no mês outubro, nos municípios de Itaguaçu e São Mateus, respectivamente (Figura 25).

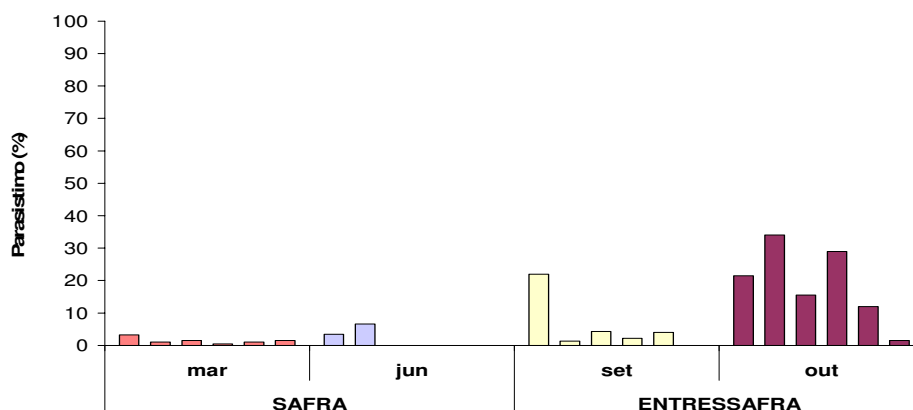


Figura 25. Porcentagens de frutos de café brocados coletados em diferentes propriedades do Espírito Santo, com a presença do parasitóide *C. stephanoderis*, durante os períodos de safra e entressafra no ano de 2002.

No ano de 2003, os índices mais elevados de parasitismo (83,0 e 72,5%) foram observados, logo após a colheita no mês de junho, em amostras de frutos coletados em duas propriedades do município de Linhares (Figura 26).

Os valores observados para *C. stephanoderis*, durante todos os anos dos levantamentos, são superiores aos encontrados por BARRERA et al. (1990c) no Quênia para *P. nasuta*, que segundo os autores, o parasitóide encontra-se presente na época seca do ano, de novembro a abril, com índices de 5 a 20% de parasitismo, sendo que as populações máximas coincidiram com os picos populacionais da broca-do-café.

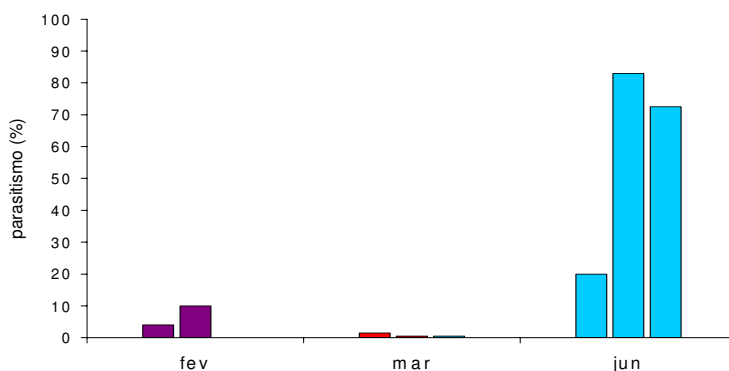


Figura 26. Porcentagens de frutos de café brocados com a presença do parasitóide *C. stephanoderis* em propriedades do Espírito Santo durante o período de safra no ano de 2003.

Os números mínimo, máximo e médio de adultos de *C. stephanoderis* emergidos por fruto foram variáveis, tanto em relação ao período em que foram feitas as amostragens, quanto às propriedades e localidades (Tabelas 11, 12 e 13).

As maiores médias de vespas emergidas por fruto, no ano de 2001, foram de 12,5 (Rio Bananal), e de 10,8 e 10,5 (Linhares), obtidas de amostras coletadas nos meses de maio, agosto e fevereiro, respectivamente (Tabela 11).

O máximo de adultos emergidos de um único fruto de café foi de 44 vespas, proveniente de coleta feita em outubro/ 2002 (Tabela 12). Esse resultado foi similar ao relatado por PUZZI (1939), para *P. nasuta*, quando observou um número de casulos variando entre 3 a 42 por fruto, sendo mais freqüente, a presença de 8 a 20 descendentes por vespa. Por outro lado, o valor obtido neste levantamento foi superior aos obtidos por PORTILLA & BUSTILLO (1992) que relataram um máximo de 25 e 36 casulos por fruto, respectivamente, de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*, em amostras coletadas em algumas regiões da Colômbia, após liberações dos parasitóides.

No mês de março de 2002, observaram-se valores médios de 11,3 e 10,0 (Linhares) e 9,0 (Sooretama) e de 9,3 adultos por fruto, provenientes de amostras coletadas em outubro no município de São Mateus.

Em 2003, a maior média de vespas observada por fruto foi de 15, obtida de amostras coletadas em junho, em duas propriedades do município de Linhares (Tabela 13). Todas as médias obtidas nos três anos foram superiores à encontrada por PORTILLA & BUSTILLO (1992) na Colômbia, que foi de 7,3 adultos de *C. stephanoderis* por fruto parasitado, entretanto, aproximaram-se da média encontrada para *P. nasuta*, que foi de 11,2 adultos por fruto após liberações dos parasitóides no campo. Também HOYOS (1993) obteve uma média mais baixa de vespas por fruto brocado, variando de 2,5 a 5,1 em amostras coletadas em criações rurais de *C. stephanoderis* utilizando-se frutos brocados coletados no campo.

Apesar da presença dos parasitóides ter sido mais elevada no período de entressafra, através dos resultados obtidos, não foi possível concluir que as melhores condições ambientais para a multiplicação do parasitóide ocorrem nessa época. Durante os meses de fevereiro e março foi constatada baixa incidência de frutos

brocados nos cafezais, entretanto, os maduros que estavam presentes, poderiam ser favoráveis ao desenvolvimento da broca, e conseqüentemente, de seu parasitóide *C. stephanoderis*. Desta forma, pode-se inferir que, provavelmente, as baixas taxas de parasitismo no início da safra são devido ao pequeno número de vespas presentes na cultura nesse período, assim, para o incremento da sua população seriam necessários vários meses.

Também as proporções entre as fêmeas e machos de *C. stephanoderis* foram variáveis entre as amostras (Tabelas 12 e 13). Esses valores provavelmente não refletiram as proporções reais dos sexos, uma vez que, através das coletas de frutos nas culturas não foi possível detectar o momento em que as fêmeas iniciaram a oviposição, e, se antes da retirada dos frutos das plantas algum descendente havia emergido.

Tabela 11. Número mínimo, médio e máximo de adultos de *C. stephanoderis* emergidos por fruto brocado e intervalo de emergência em dias, provenientes de amostras coletadas em municípios do estado do Espírito Santo. Ano 2001.

Municípios	Propriedades	Período	Meses	nº vespas emergidas/ fruto			Intervalo emergência (dias)	
				Mínimo	Média	Máximo		
Linhares	1	safra	Fev	6	10,5	15	-	
	2			6	6,0	6	-	
	1			1	5,2	8	-	
	2			1	1,0	1	-	
Rio Bananal	1		Mai	9	12,5	16	3	
Linhares	1	entressafra	Ago	2	5,0	8	26	
	2			1	10,8	23	41	
Vila Pavão	1		1	3,2	18	47		
	2		1	8,7	18	58		
Marilândia	1		1	7,1	21	59		
	2		1	6,1	34	44		
	3		1	2,7	12	8		
	4		1	4,4	17	50		
	5		1	4,3	8	16		
N. Venécia	1			Set	1	6,9	23	67
Nova Venécia	1		entressafra	Out	1	2,9	8	60
	2				1	3,4	14	34
3	1	4,1		12	25			
S.Mateus	1	1		4,7	20	33		
Fundão	1	1		2,7	5	7		
	2	1		6,2	24	37		
	3	1		6,4	13	30		
Sooretama	1			Nov	1	2,6	14	40
	2				1	3,8	13	33
João Neiva	1				1	3,8	9	18
Aracruz	1		mai	1	0,5	3	32	
	2			1	2,3	5	45	

(-) não avaliado

Tabela 12. Número mínimo, médio e máximo de adultos de *C. stephanoderis* emergidos por fruto brocado, proporção sexual e intervalo de emergência em dias, provenientes de amostras coletadas em municípios do estado do Espírito Santo. Ano 2002.

Municípios	Propriedades	Período	Meses	Vespas emergidas/ fruto			Fêmea: macho	Int. emer. des. (dias)
				Mínimo	Média	Máximo		
Linhares	1	safra	Mar	1	6,7	18	11,4 : 1	28
	2		2	6,3	12	11,5 : 1	62	
	3		5	11,3	21	10,3 : 1	65	
	4		-	10,0	10	9,0 : 1	9	
Sooretama	1	safra		4	9,0	14	8,0 : 1	62
	2		1	8,7	19	7,7 : 1	62	
B. Esperança	1		Jun	2	8,3	14	18,3 : 1	50
	2		1	5,5	17	9,2 : 1	50	
S. G. Palha	1		Set	1	8,2	20	4,9 : 1	51
S. G. Palha	1		Out	1	1,0	1	1,0 : 0	1
	2		1	2,0	4	5,0 : 1	44	
	3		1	4,0	4	3,0 : 1	1	
S. Mateus	1	entressafra		1	3,5	14	3,7 : 1	44
	2		1	3,7	15	4,9 : 1	48	
	3		1	9,3	44	4,0 : 1	49	
Itarana	1			1	4,6	16	10,1 : 1	65
Itaguaçu	2			1	3,7	23	3,9 : 1	70
Jaguaré	1			1	7,6	34	3,5 : 1	58
	2		1	4,8	15	3,3 : 1	60	
	3		1	1,0	1	1,0 : 1	1	

Tabela 13. Número mínimo, médio e máximo de adultos de *C. stephanoderis* emergidos por fruto brocado, proporção sexual e intervalo de emergência em dias, provenientes de amostras coletadas em municípios do estado do Espírito Santo. Ano 2003.

Municípios	Propriedades	Meses	nº vespas emergidas/ fruto			Fêmea: macho	Intervalo emergência (dias)
			Mínimo	Média	Máximo		
Linhares	1	Fev	1	4,6	10	3,1 : 1	58
	2		2	6,1	32	2,7 : 1	62
Governador	1	Mar	1	1,0	1	3 : 0	61
Lindemberg	2		1	1,0	0	1 : 0	9
	3		1	1,0	2	1 : 1	12
Águia Branca	1		-	-	-	-	-
	2		-	-	-	-	-
	3		-	-	-	-	-
Linhares	1	Jun	1	9,1	35	3,3 : 1	65
	2		2	15,0	32	10,1 : 1	72
	3		1	15,0	27	5,7 : 1	75
Santa Teresa	1		1	5,2	8	6,0 : 1	68
	2		1	4,8	7	5,2 : 1	65
	3		1	7,3	10	6,1 : 1	59

(-) não constatado

4.2.2. Levantamentos de parasitóides da broca-do-café no estado de São Paulo

Em todos os seis municípios visitados em São Paulo (Figura 27), observou-se a presença das espécies de betilídeos, parasitóides da broca-do-café relacionadas na Tabela 14.

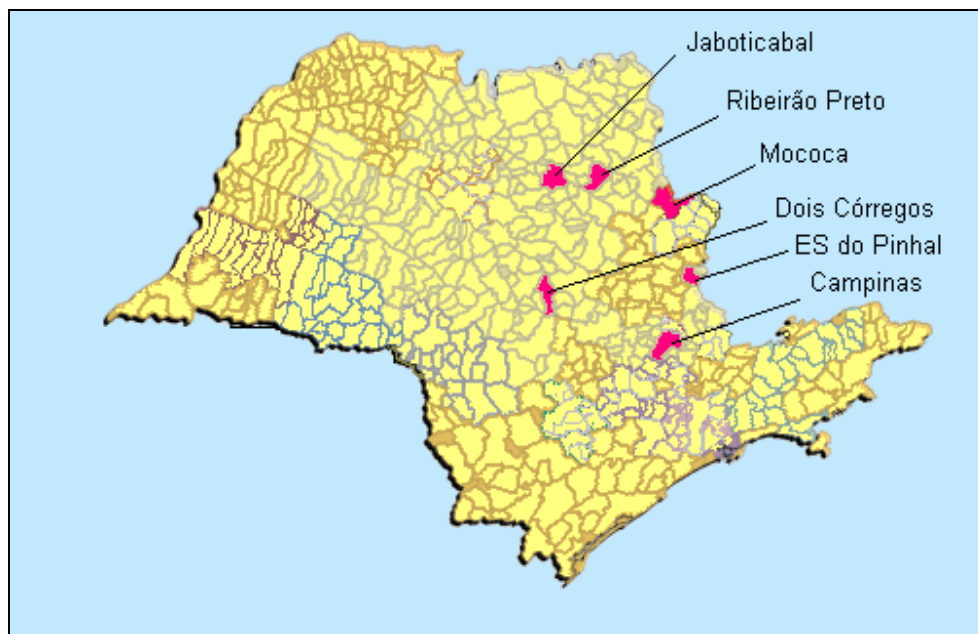


Figura 27. Municípios do estado de São Paulo (em vermelho), com a presença de parasitóides da broca-do-café

Tabela 14. Relação das espécies de parasitóides da broca-do-café constatadas em seis municípios do Estado de São Paulo. Período: 2004/06.

Municípios	Espécies		
	<i>P. nasuta</i>	<i>C. stephanoderis</i>	<i>C. hyalinipennis</i>
Campinas	X	X	X
Ribeirão Preto	-	X	X
Mococa	X	X	X
Espírito Santo do Pinhal	-	X	-
Dois Córregos	X	X	-
Jaboticabal	-	X	-

(-) não constatado

(x) constatado

A espécie *C. stephanoderis* foi constatada em todos os municípios amostrados, sendo que, *P. nasuta* e *C. hyalinipennis* estiveram presentes somente em três municípios, nem sempre os mesmos. As duas espécies do gênero *Cephalonomia* não haviam sido relatadas anteriormente no estado e em relação a *C. hyalinipennis*, é o

primeiro registro, parasitando a broca-do-café no Brasil, embora seja necessária a confirmação da identificação desta última espécie.

Apesar da vespa de Uganda não ter sido constatada nos municípios de Ribeirão Preto, Jaboticabal e Espírito Santo do Pinhal não é possível concluir que não ocorram na região. Também BENASSI (1995b), efetuando levantamentos de inimigos naturais da broca no Espírito Santo, somente após quatro anos de amostragens detectou a sua presença.

5. CONCLUSÕES

Nas condições e metodologias em que se realizaram os ensaios de laboratório e levantamentos de campo, pode-se concluir que:

- A temperatura exerce influência sobre a duração e viabilidade das formas imaturas, e longevidade das fêmeas de *C. stephanoderis* e *P. nasuta*.
- A duração do ciclo vital (ovo-adulto) de *P. nasuta* é mais longa do que a de *C. stephanoderis*.
- A viabilidade das formas imaturas de *C. stephanoderis* é maior que a de *P. nasuta*.
- Os parasitóides podem se transformar em pupa sem construírem casulos
- As temperaturas mais elevadas antecipam os picos de posturas dos parasitóides, os quais ovipositam mais nas temperaturas de 21 e 25° C.
- *C. stephanoderis* ocorre naturalmente em *Coffea canephora* em vários municípios do estado do Espírito Santo e em *Coffea arabica* em seis municípios de São Paulo.
- *Cephalonomia hyalinipennis* foi encontrada pela primeira vez parasitando a broca-do-café, nos municípios de Campinas, Mococa e Ribeirão Preto, estado de São Paulo.
- Os maiores índices de parasitismo natural da broca-do-café ocorrem no período de entressafra.

6. REFERÊNCIAS

ABRAHAM, Y.J.; MOORE, D.; GODWIN, G. Rearing and aspects of biology of *Cephalonomia stephanoderis* and *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) parasitoids of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 80, p. 121-128, 1990.

AGRIANUAL 2006 - Anuário da agricultura brasileira. **Café**. São Paulo: FNP, Consultoria e Agroinformativos, 2006. p. 209-222.

ARISTIZÁBAL, L. F.; BAKER, P. S.; OROZCO-HOYOS, J. Liberación, dispersión y parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* en condiciones de campo. **Cenicafé**, Chinchiná, Colombia, (Avances Técnicos, n. 224), 8p., 1996.

AZEVEDO, A. de. Como se vem combatendo o "*Stephanoderis coffeae* Hag.", broca-do-café paulista. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 13-15, 1925.

BAKER, P. **The coffee berry borer in Colombia**. Final report of the DFID – Cenicafé – CABI Bioscience IPM for coffee project (CNTR 93/1536A), Chinchiná, Colombia, DFID – Cenicafé, 1999, 154p.

BARRERA, J. F.; BAKER, P. S.; VALENZUELA, J. E.; SCHWARZ, A. Introducción de dos especies de parasitoides africanos a Mexico para el control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Folia Entomológica Mexicana**, Veracruz, n.79, p. 245-247, 1990a.

BARRERA, J. F.; GOMEZ, J.; INFANTE, F.; CASTILLO, A.; DE LA ROSA, W. Biologie de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) en laboratoire. I. Cycle Biologique, capacité d'oviposition et émergence du fruit du caféier. **Café Cacao Thé**, Paris, v. 33, p.101-108, 1989.

BARRERA, J. F.; INFANTE, F.; VEGA, M.; GONZÁLEZ, O.; CARRILLO, E.; CAMPOS, O.; MUÑOZ, R.; SERRANO, A.; OSORTO, J. J.; DECAZY B.; MOORE, D. Introducción de *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) a Centroamérica para el control biológico de la broca del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Turrialba**, San José, v. 40, p. 570-574, 1990b.

BARRERA, J. F.; INFANTE, F.; ALAUZET, C.; GOMEZ, J.; DE LA ROSA, W. Biologie de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) en laboratoire. II. Durée de développement, sex-ratio, longévité et espérance de vie des adultes. **Café Cacao Thé**, Paris, v. 37, p. 205-214, 1993.

BARRERA, J. F.; MOORE, D.; ABRAHAM, Y. J.; MURPHY, S. T.; PRIOR, C. Biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* in Mexico and possibilities for further action. **Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases**, p. 391-395, 1990c.

BECK, S. D. **Insect photoperiodism**. 2. ed., New York: Academic Press, 1980. 387 p.

BENASSI, V.L.R.M. Introdução da espécie *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethyridae), parasitóide da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferr., 1867) (Coleoptera: Scolytidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, 1995a. Caxambu, MG. **Resumos...** Caxambu: SEB, 1995a, p.336.

BENASSI, V.L.R.M. Levantamento dos inimigos naturais da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferr., 1867) (Coleoptera: Scolytidae), no norte do Espírito Santo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, n.3, p. 635-638, 1995b.

BENASSI, V.L.R.M.; BERTI FILHO, E. Nota sobre a ocorrência de *Cephalonomia* sp. (Hymenoptera: Bethyridae) parasitando a broca-do-café (Ferrari, 1867) (Coleoptera:

Scolytidae) no Estado do Espírito Santo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 64, p. 105-106, 1989.

BENASSI, V.L.R.M.; BUSOLI, A. C. Registro de ocorrência de *Cephalonomia* sp. (Hymenoptera: Bethylidae) parasitóide da broca-do-café no município de Jaboticabal, estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, IV, 2005, Londrina, PR, **Resumos...** (CD-ROM).

BENASSI, V.L.R.M.; BUSOLI, A. C. Levantamento de parasitóides da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 32, 2006. Poços de Caldas, SP, **Anais...** Poços de Caldas: Procafé, 2006.

BENASSI, V.L.R.M.; VIEIRA, L. P.; GIACOMIN, A. Incidência de parasitismo da broca-do-café por *Cephalonomia* sp. (Hymenoptera: Bethylidae) em *Coffea canephora*, no norte no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, III, 2003. Porto Seguro, BA. **Anais...** Porto Seguro: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2003, p. 343-344.

BENAVIDES, G. M.; PORTILLA, R. M. Uso del café pergamino para la cría de *Hypothenemus hampei* y de su parasitóide *Cephalonomia stephanoderis* en Colombia. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 41, n. 4, p. 114-116, 1990.

BERGAMIN, J. Contribuição para o conhecimento da biologia da Broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 14, p. 31-72. 1943.

BERGAMIN, J. Broca-do-café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 20, n. 9-12, p. 427-430, 1945.

BERGAMIN, J. A broca-do-café e o reerguimento da lavoura cafeeira. **Boletim Agrícola**, São Paulo, v. 48, p.381-396, 1950.

BERTHET, J. A. Caruncho do café. **Boletim Agrícola**, São Paulo, v. 14, n. 5, p. 312-313, 1913.

BETREM, J.G. *Cephalonomia stephanoderis* nov. spec. (Hymenoptera: Bethyilidae). **Entomologische Berichten**, Amsterdam, v. 21, n.1, p. 183-184, 1961.

BRUN, L. O.; GAUDICHON, V.; WIGLEY, P. J. An artificial diet for continuous rearing of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Insect Science and its Applications**, Kenya, n.14, v.5-6, p. 585-588, 1993.

BRUN, L. O.; MARCILLAUD, C.; GAUDICHON, V.; SUCKLING, D.M. Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v. 82, n.5, p. 1311-1316, 1989.

BURSELL, E. **An introduction to insect physiology**. London: Academic Press, 1970. 275p.

BUSTILLO, A. E., BERNAL, M. G.; BENAVIDES, P.; CHAVES, B. Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) populations emerging from fallen coffee berries. **Florida Entomologist**, Florida, v. 82, p. 491-498, 1999.

BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS, R.; POSADA, F. J. Natural enemies and competitors of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p.635-639, 2002.

CANTOR, F.; BENASSI, V. L. R. M.; FANTON, C. J. Broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 99-105.

CARDENAS, R. M.; BUSTILLO, A. E. La broca del café en Colombia. In: REUNIÓN INTERCONTINENTAL SOBRE BROCA DEL CAFÉ, II, 1991. Tapachula, Chiapas, Mexico, **Resúmenes...** Tapachula: Ecosur, p. 42-44. 1991.

CÁRDENAS, R. M. Manejo de insectos que se alimentan del cafeto *Coffea arabica* L. (Rubiales: Rubiaceae) en Colombia. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA, XXII, 1995, Santafé de Bogotá. **Memorias...** Santafé de Bogotá: SOCOLEN, p.86-90, 1995.

CARNEIRO FILHO, F. Constatação de *Prorops nasuta* Waters., 1923 – vespa de Uganda no Estado do Paraná, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, 1984, Londrina, PR. **Resumos ...** Londrina : SEB, v.1, p.165, 1984

CARVALHO, V. D. de. **Cafeicultura empresarial**: produtividade e qualidade. Lavras: UFLA/ FAEPE,1998. 73p.

CHALFOUN, S. M.; SOUZA, J.C. de; CARVALHO, V.D. de. Relação entre a incidência da broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) e microorganismos em grãos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 11, 1984, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: IBC, p. 149-150, 1984.

CHARNOV, E. L. **The theory of sex allocation**. Princeton: Princeton University Press, 1982, 355p.

CHENG, L.; HOWARD, R. W.; CAMPBELL, J. F.; CHARLTON, R. E.; NECHOLS, J. R.; RAMASWAMY, S. B. Mating behavior of *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead) (Hymenoptera: Bethyridae) and the effect of female mating frequency on offspring production. **Journal of Insect Behavior**, Columbia, v. 17, n.2, p.227-245, 2004.

CHEVALIER, A. Les cafèires du globe fasc. III :Sistématique des cafèires et faux-cafèires, maladies et insectes nuisibles. **Encyclopédie Biologique**, Paris, n. 28, 356 p., 1947.

CISNEROS, P.; TANDAZO, A. Evidencias sobre el establecimiento y adaptación del parasitóide *Prorops nasuta* en el sur del Ecuador. **Miscelánea**, Manizales, n. 18, p. 50-57, 1991

CORBETT, G.B. Some preliminary on the coffee berry beetle borer, *Stephanoderes* (*Cryphalus*) *hampei* Ferr. **Malaysian Agricultural Journal**, Kuala Lumpur, v. 21, p. 8-22, 1933.

COSTA, C.; IDE, S. Fases do Desenvolvimento. In: COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. (Ed). **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. p. 19-29.

COSTA LIMA, A. M. da. **Insetos do Brasil** – Coleópteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, Tomo 10, 1956. 373p.

CRAMER, P.J.S. A review of literature on coffee research in Indonesia. **Turrialba**, San José, Interamerican Institute of Agricultural Science, 1957, 262p. (Miscellaneous. Publ. n.15).

DELGADO, D.; SOTOMAYOR, I. Algunos resultados sobre la cría, adaptación y colonización de los entomófagos *Prorops nasuta* Waterston y *Cephalonomia*

stephanoderis Betrem, en la regulación de poblaciones de *H. hampei* en el Ecuador. **Miscelánea**, Manizales, n. 18, p. 58-86, 1991.

DUARTE, F. E. Insetos holometabólicos. **Agronomia**, Piracicaba, v. 7, n. 3, p.143-170, 1948.

DUVAL, G. Progressos no combate à broca-do-café com hexacloro de benzeno. **O Biológico**, São Paulo, v. 15, n. 5, p. 85-102, 1949.

DUVAL, G.; SAUER, H.F.G.; FALANGHE, O. Tratamento tardio dos cafezais com hexacloro de benzeno. **O Biológico**, São Paulo, v. 14, n. 9, p. 199-211, 1948.

FERREIRA, A.J. Observações sobre a ocorrência da vespa de Uganda *Prorops nasuta* Waterston em lavouras da Zona da Mata, infestadas pela broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, 1980, Campos do Jordão, SP, **Resumos...** Campos do Jordão, p. 194-196, 1980.

FERREIRA, A. J.; BUENO, V. H. P. Ocorrência da vespa de Uganda, *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyilidae) na região de Lavras - MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 226-227, 1995.

FINNAMORE, A. T.; GAULD, I. D. Bethyilidae. In: HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford: Oxford University Press, 1995. p. 470-479.

FONSECA, J. P. da. Processo para a multiplicação da “vespa de Uganda” em viveiros. **O Biológico**, São Paulo, v. 3, n. 8, p.220-229, 1937.

FONSECA, J.P. da; ARAÚJO, R.L. Insetos inimigos do *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (“Broca do café”). **Boletim Biológico**, São Paulo, v. 4, p. 486-504, 1939.

FONSECA, J. P. da; MORAES, C. de. Processos de criação, disseminação e colonização da vespa de Uganda. **O Biológico**, São Paulo, Ano IV, v. 10, p.325-334, 1938.

FROST, S. W. **Insect life and insect natural history**. New York: Dover Publ. Inc., 1959. 526p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA J. R. P., ZUCCHI R. A., ALVES S. B., VENDRAMIN J. D.; MARCHINI L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GARCIA, L. Evaluación de dosis de insecticidas (en mezcla con oxiclورو de cobre 50%) con efectividad para combatir la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.) aplicados en bajo volumen al minador de la hoja *Leucoptera coffeella* Guer. **Resúmenes de Investigaciones en Café- 1982/1983**, Instituto Salvadoreño de Investigaciones de Café, n. 5, p. 1-3, 1985.

GHESQUIERE, J. Rôle des Ipides dans la destruction des végétaux au Congo Belge. **Annales de Gembloux**, Montpellier, v. 39, p. 24-37, 1933.

GINGERICH, D. P. ; BORSA, P. ; SUCKLING, D. M.; BRUN, L. O. Inbreeding in the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) estimated from endosulfan resistance phenotype frequencies. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 86, p. 667-674, 1996.

GOMES, J. Histórico do combate biológico no Brasil. **Boletim Instituto Experimental Agrícola do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 89-97, 1962.

GORDTH, G. *Goniozus gallicola* Fouts, a parasite of moth larvae, with notes on other bethylids (Hymenoptera: Bethylidae; Lepidoptera: Gelechiidae). **Technical Bulletin, n. 1524. Agr. Res. Ser. USA**, 1976. 27 p.

GRIFFITHS, N.T.; GODFRAY; H.C.J. Local mate competition, sex ratio and clutch size in bethylid wasps. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Germany, v. 22, p.211-217, 1988.

GUIMARÃES, P. T. G.; NOGUEIRA, F. D.; LIMA, P. C. de; GUIMARÃES, M. J. C. L.; POZZA, A. A. A. Adubação e nutrição do cafeeiro em sistema orgânico de produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214-215, p. 63-81, 2002.

HARDY, I.C.W.; GRIFFITHS, N.T.; GODFRAY; H.C.J. Clutch size in a parasitoid wasp: a manipulation experiment. **Journal of Animal Ecology**, United Kingdom, v. 61, p. 121-129, 1992.

HARGREAVES, H. Notes on the coffee berry-borer (*Stephanoderes hampei*, Ferr.) in Uganda. **Bulletin Entomological Research**, Cambridge, v. 16, p.347-354, 1926.

HARGREAVES, H. *Stephanoderes hampei* Ferr., coffee berry-borer, in Uganda. **The East African Agricultural Journal**, v. 1, p. 218-224, 1935.

HEINRICH, W. O. Experiências de campo para comparação do efeito de inseticidas modernos no combate à broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr., 1867) (Col.: Ipidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 18-29, 1960.

HEINRICH, W. O. Aspectos do combate biológico à broca do café. **O Biológico**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 57-62, 1965.

HEMPEL, A. O combate à broca do café por meio da Vespa de Uganda. **Boletim Agricultura Zootecnia Veterinária**, Belo Horizonte, v. 6, n. 9, p.551-555, 1933.

HEMPEL, A. A *Prorops nasuta* Waterston no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, n. 5, 197-212, 1934.

HERNÁNDEZ, L. R. El bumerang maldito. Encuentro en la Red: Diario Independiente de Asuntos Cubanos. Año III. Edición 278, 2002. Disponível em: <<http://www.cubaencuentro.com/ecologia/2002/01/14.html>> Acesso em 14 Jan 2005.

HERNÁNDEZ-PAZ, M. Campaña de defensa contra la broca en los países del area de OIRSA (Centroamérica, México y Panamá). **Revista Cafetalera**, Guatemala, p. 19-25. 1975.

HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P.; OSTLIE, K. R. Degday. A program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 5, p. 999-1005, 1986.

HOYOS, J. O. El control biológico de la broca en América. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA, XX, 1993. Cali, Colombia, **Memórias...** Cali: SOCOLEN, p.125-136, 1993.

IMMS, A. D. **A General Testbook of Entomology**. London: Methuen & Co. Ltda., 1930. 703 p.

INFANTE, F. Development and population growth rates of *Prorops nasuta* (Hym., Bethyridae) at constant temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Germany, v.124, p.343-348, 2000.

INFANTE, F.; BARRERA, J. F.; GOMEZ, J.; CASTILLO, A.; DE LA ROSA, W. Reproducción sexual y partenogénica de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en laboratorio. **Turrialba**, San José, Costa Rica, v. 42, p. 391-396, 1992b.

INFANTE, F.; LUIS, J.H. Estadísticos demográficos de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) a temperaturas constantes. **Folia Entomologica Mexicana**, Veracruz, v. 87, p. 1-72, 1993.

INFANTE, F.; LUIS, J. H.; BARRERA, J. F.; GOMEZ, J.; CASTILLO, A. Thermal constants for preimaginal development of the parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae). **The Canadian Entomologist**, Ontário, v.124, p. 935-941, 1992a.

INFANTE, F.; MUMFORD, J.; BAKER, P. Life history studies of *Prorops nasuta*, a parasitoid of the coffee berry borer. **Biological Control**, Netherlands, v. 50, p. 259-270, 2005.

INFANTE, F.; VALDEZ, J.; PENAGOS, D. J.; BARRERA, J. F.. Description of the life stages of *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae), a parasitoid of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Vedalia**, Tapachula, v.1, p. 13-18, 1993.

INGUNZA, M. A. de. La "Broca del Café" *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col.: Ipidae) en el Perú. **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v. 7, n. 1, p. 96-98, 1964.

JOHANNESON, N. E.; MANSINGH, A. Host pest relationship of the genus *Hypothenemus* (Scolytidae: Coleoptera) with special references to the coffee berry borer, *H. hampei*. **Journal of Coffee Research**, Karnataka, v. 14, n. 2, p. 43-56, 1984.

KEARNS, C. W. A hymenopterus parasite (*Cephalonomia gallicola* Ashm.) new to the cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* Fab.). **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v. 27, p. 801-806, 1934.

KLEIN-KOCH, C.; ESPINOZA, O.; TANDAZO, A.; CISNEROS, P.; DELGADO, D. Factores naturales de regulación y control biológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). **Sanidad Vegetal**, Quito, n. 3, p.5-30, 1988.

LA SALLE, J. A new genus and species of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) parasitic on the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 80, p. 7-10, 1990.

LAUZIÈRE, I.; PÉREZ-LAUCHAUD, G.; BRODEUR, J. Importance of nutrition and host availability on oogenesis and oviposition of *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyilidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 91, p. 185-191, 2001.

LEITE, A.C. Multiplicação da Vespa de Uganda. **Boletim Agrícola**, São Paulo, v. 35, p. 648-654, 1935.

LE PELLEY, R.H. **Pests of coffee**. London: Longmans, Green and Co. Ltda., 1968. 590 p.

LE PELLEY, R.H. **Las plagas del café**. Barcelona: Ed. Labor, 1973. 150 p.

MATIELLO, J. B. **Café conilon. Como plantar, tratar, colher, preparar e vender**. Rio de Janeiro, 1998. 162p.

MONTERREY, J. La broca del café en Nicaragua. In: REUNIÓN INTERCONTINENTAL SOBRE BROCA DEL CAFÉ, I, 1991. Tapachula, Chiapas, México, **Resúmenes...** Tapachula: Ecosur, p. 28-30, 1991.

MUÑOZ-HERNANDEZ, R. La broca del café en Honduras. In: REUNIÓN INTERCONTINENTAL SOBRE BROCA DEL CAFÉ, I, 1991, Tapachula, Chiapas, México, **Resúmenes...** Tapachula: Ecosur, p. 26-27, 1991.

MUÑOZ-HERNANDEZ, R. **Estrategias de manejo de la broca del café en los países de Promecafe, 1998.**

MURILLO, R. C. La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). **Miscelanea**, Colombia, n. 18, p. 1-13, 1991.

MURPHY, S. T.; MOORE, D. Biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera, Scolytidae): previous programmes and possibilities for the future. **Biocontrol News and Information**, United Kingdom, v. 11, n. 2, p. 107-117, 1990.

OLIVEIRA FILHO, M. L. de. Contribuição para o conhecimento da broca-do-café, *Stephanoderes hampei* (Ferrari, 1867); modo de comportar-se e ser combatida em São Paulo – Brasil. **Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio - Comissão de Estudo e Debelação da Praga Cafeeira**, São Paulo, (Publicação 20), 95 p., 1927.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI A.R.; PARRA, J. R. P. (Ed) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 9-65.

PASCALET, P. La lutte biologique contre *Stephanoderes hampei* ou Scolyte du Caféier au Cameroun. **Revue de Botanique Appliquée & D'agriculture Tropicale**, Paris, v. 19, n. 210, p. 753-764, 1939.

PÉREZ-LACHAUD, G. A new bethylid attacking the coffee berry borer in Chiapas (México) and some notes on its biology. **Southwestern Entomologist**, Texas, v. 23, n. 3, 1998.

PÉREZ-LACHAUD, G.; HARDY, I.C.W. Reproductive Biology of *Cephalonomia hyalinipennis* (Hymenoptera: Bethyridae), a native parasitoid of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), in Chiapas, México. **Biological Control**, Netherlands, v. 14, p. 152-158, 1999.

PETER C.; DAVID B.V. Population dynamics of the pumpkin caterpillar, *Diaphania indica* (Saunders) (Lepidoptera, Pyralidae). **Tropical Pest Management**, v. 37, p. 75-79, 1991.

PORTILLA, M.; BUSTILLO, A. E. Liberación y establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, y *Prorops nasuta* en cafetales infestados con broca del café en Nariño. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA , XIX, 1992. Manizales, Colombia. **Resúmenes...** Manizales: Socolen, p. 53, 1992

POSADA, F. J., BUSTILLO, A. E.; SALDARRIAGA, G. Primer registro del ataque de *Hirsutella eleutheratorum* sobre la broca del café en Colombia. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 44, p. 155-158, 1993.

POSADA, F.J.; MARIN, P.; PÉREZ, M. *Paecilomyces lilacinus*, enemigo natural de adultos de *Hypothenemus hampei*. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 49, p. 72-77, 1998.

POWELL, D. The biology of *Cephalonomia tarsalis* (Ash.) a vespid wasp (Bethyridae: Hymenoptera) parasitic on the sawtoothed grain beetle. **Annals of the Entomological Society of America**, Ontario, v. 31, p. 44-49, 1938.

PUZZI, D. Valor do parasitismo da *Prorops nasuta* Waterston no combate à broca-do-café. **Jornal de Agronomia**, Piracicaba, v. 2, n.4, p. 259-264, 1939.

REID, J. C. Distribution of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) within Jamaica, following its discovery in 1978. **Tropical Pest Management**, Kingston, v. 29, p. 224-230, 1983.

REIS, P. R. Prejuízo certo. **Revista Cultivar**, Pelotas, abr., p. 10-13, 2002.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de. Manejo integrado das pragas do cafeeiro em Minas Gerais. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.193, p.17-25, 1998.

REMADEVI, O. K.; MOHAMED, U. V. K.; ABDURAHIMAN, U. C.; NARENDRAN, T. C. Oviposition behavior of *Perisierola nephanditis* Muesebeck (Hymenoptera, Bethyridae), a larval parasite of *Nephantis seriopa* Meyrick (Lepidoptera, Xylorictidae), **Entomon**, Kerala, v. 3, p. 303-305, 1978.

RILLET, R. O. The biology of *Cephalonomia waterstoni* Gahan. **Canadian Journal Research**, Ottawa, v. 27, p. 93-111, 1949.

ROMERO, H. La broca del café. **Guia técnica**. Proyecto Agroyungas, 1990. 25 p.

RONNA, E. Primeiro ensaio de catalogação dos insetos do Brasil auxiliares na luta contra as pragas. **O campo**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 11, p. 65-68, 1934.

SAMPSON, W. Notes on the nomenclature of the family Scolytidae. **Annals and Magazine of Natural History**, Londres, v. 11, p. 269-271, 1923.

SAUER, H. F. G.; DUVAL, G ; FALANGHE, O. Combate à broca-do-café e a possibilidade do emprego de inseticidas. **O Biológico**, São Paulo, v. 13, n. 12, p. 205-214, 1947.

SEIXAS, C. A. A. Controle químico da broca-do-café. **O Biológico**, São Paulo, v. 13, n. 7, p. 215-228, 1947.

SEIXAS, C. A. A. A prática do combate químico à broca-do-café. **O Biológico**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 71-89, 1948.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SOUZA, M. S. de; TEIXEIRA C. A. D.; AZEVEDO, C. O; COSTA V. A.; COSTA, J. N. M. Ocorrência de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) em cafezais da Amazônia Brasileira. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, p. 560-562, 2006.

TICHELER, J. H. G. An analytical study of the epidemiology of the coffee berry borer in the Ivory Coast, **Meded Landb.**, Wageningen, v. 61, n. 11, p.1-49, 1961.

THIREAU, J. C.; REGNIERE, J. Development, reproduction, voltinism and host synchrony of *Meteorus trachynotus* with its *Choristoneura fumiferana* and *C. rosaceana*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 76, n. 1, p. 67-82, 1995.

TOLEDO, A. A. de. Notas sobre a biologia da vespa de Uganda "*Prorops nasuta* Watert." (Hym. Bethyl.) no estado de S. Paulo-Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, SP, dez., v. 13, p.233-260, 1942.

TOLEDO, A. A. de. Janela coletora de Vespa de Uganda. **O Biológico**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 79-83, 1943.

TOLEDO, A. A. de; DUVAL, G.; SAUER, H. A broca-do-café. **O Biológico**, São Paulo, v. 13, n. 7, p. 113-118, 1947.

TREJO, S.A.R.; FUNEZ, C. R. Evaluación del establecimiento de los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* sobre la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*) en 14 años de liberación en Honduras. Promecafe, IICA, p. 15, 2004 (**Boletim Técnico**).

VEGA-ROSALEZ, M. I.; GONZALES, M. O.; RAUDA, A. M... Investigaciones referentes al control biológico de la Broca del Café, *Hypothenemus hampei*, mediante parasitoides de origen africano en el Salvador. In: REUNIÓN INTERCONTINENTAL SOBRE BROCA DEL CAFÉ, I, 1991. Tapachula, Chiapas, México, **Resúmenes...** Tapachula: Ecosur, p. 58-60, 1991.

VILLACORTA, A. Ocorrência de *Beauveria* sp. infectando a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) em lavouras no Estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 13, p. 177-178, 1984.

VILLACORTA, A.; BARRERA, J.F. Nova dieta merídica para criação de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 405-409, 1993.

WATERSTON, J. Notes on parasitic Hymenoptera. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 14, p. 104-18, 1923.

YOKOYAMA, M.; NAKANO, O.; RIGITANO, R.L.; NAKAYAMA, K. Situação atual da vespa de Uganda - *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethylidae) no Brasil. **Científica**, Jaboticabal, v. 5, n. 3, p. 394, 1977.