

CESAR JOSÉ FANTON

**ECOLOGIA DA BROCA-DO-CAFÉ *Hypothenemus hampei*
(FERRARI, 1867) (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) NA ZONA DA
MATA DE MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

A
Ester,
Julia
e Laura.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

A Ester, Julia e Laura, pelo carinho.

Ao INCAPER, pela oportunidade de especialização.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão da bolsa.

Ao Curso de Pós-Graduação em Entomologia, pelo ambiente propício à aquisição do conhecimento.

Ao prof. Evaldo Ferreira Vilela, pela orientação.

Aos prof. Og Francisco de Souza e Marcelo Coutinho Picanço, pelo aconselhamento.

Ao prof. Eraldo Lima, pelo convívio.

Ao prof. José Henrique Schoereder, pelo apoio e pela gentileza na identificação das formigas.

A D. Paula, pela atenção e principalmente, pela paciência.

Ao Chico Ribeiro e Evaristo Lopes, sempre prontos a ajudar.

Aos colegas de curso, em especial os lotados no Laboratório de Termitologia, que tiveram que me aturar.

Ao amigo Damião Cosme Tavares, pela hospitalidade.

A todos que, diretamente ou indiretamente, deram sua contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO GERAL	1
LITERATURA CITADA	3
ECOLOGIA DA BROCA-DO-CAFÉ <i>Hypothenemus hampei</i> (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS: SOBREVIVÊNCIA E MULTIPLICAÇÃO NA ENTRESSAFRA	6
INTRODUÇÃO	6
MATERIAL E MÉTODOS	7
RESULTADOS	8
DISCUSSÃO	18
CONCLUSÕES	22
LITERATURA CITADA	23
AVALIAÇÃO DA DISPERSÃO E CAPTURA DE ADULTOS DA BROCA-DO-CAFÉ <i>Hypothenemus hampei</i> (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) COM ARMADILHAS A DIFERENTES DISTÂNCIAS	25
INTRODUÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADOS	27
DISCUSSÃO	31
CONCLUSÕES	33
LITERATURA CITADA	34
HISTÓRIA DE VIDA DA BROCA-DO-CAFÉ <i>Hypothenemus hampei</i> (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)	37
INTRODUÇÃO	37
Ciclo biológico	37
Fatores que afetam a flutuação populacional da broca-do-café	38
Conclusões/Considerações Finais	51
Literatura Citada	53
CONCLUSÕES GERAIS	57

RESUMO

FANTON, Cesar José, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2001. Ecologia da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) na Zona da Mata de Minas Gerais. Orientador: Evaldo Ferreira Vilela. Conselheiros: Marcelo Coutinho Picanço e Og Francisco Fonseca de Souza.

Apresenta-se uma revisão dos fatores que afetam a dinâmica populacional da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), e resultados de trabalhos conduzidos com essa praga para melhor conhecimento do seu comportamento reprodutivo e do uso de armadilhas atrativas para captura de seus adultos. São apresentadas sugestões para a utilização do conhecimento acumulado sobre *H. hampei* e sua relação com o cafeeiro para seu controle, introduzindo-se o conceito de "janelas" como aqueles períodos mais adequados para empregar métodos que visem redução da população da broca, como inseticidas, patógenos, parasitóides e armadilhas atrativas, além de apresentar sugestões de novos estudos a serem desenvolvidos. A broca-do-café se dispersa para frutos próximos daquele em que se desenvolveu na época de maturação dos mesmos, e que seus adultos se acumulam no interior de frutos que permanecem na planta ou caem ao solo depois da colheita. Esses fatores contribuem para a baixa eficiência na captura de seus adultos em armadilhas. Registrou-se uma infestação de 70% dos frutos brocados remanescentes na planta pelo parasitóide *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyilidae), indicando que este inimigo natural representa fator importante de redução da população da broca que poderia atacar a safra seguinte. Além disso não há diferença na densidade das diferentes fases do ciclo de vida da broca-do-café nem diapausa reprodutiva em, pelo menos, parte dos adultos de *H. hampei* que se abrigam nos frutos remanescentes na planta ou caídos ao solo após a colheita.

ABSTRACT

FANTON, Cesar José, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2001. Ecology of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in Zona da Mata, Minas Gerais State. Adviser: Evaldo Ferreira Vilela. Committee members: Marcelo Coutinho Picanço and Og Francisco Fonseca de Souza.

A review of factors affecting population dynamics of the coffee berry borer is presented. The objectives were to study the reproductive behavior and the use of attractive traps to capture adults of this pest. Suggestions of how to use cumulative knowledge about the pest and its relationship with coffee plants, to enhance pest control, are presented. The concept of "windows", more adequate periods to employ control methods, such as insecticides, pathogens, parasitoids and attractive traps, is introduced. Suggestions of further studies to be carried out are also presented. It was verified that the borer disperses to fruits closer to that one in which it developed, in the period of fruit maturation. Adults stay in fruits that remain on the plant or fell on the soil after the crop. These factors contribute for the small capture efficiency of the traps. Up to 70% of the bored fruits that remain in the plant have the parasitoid *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae), indicating that this natural enemy may be an important factor in pest population reduction in subsequent years. There is no difference in numbers, nor reproductive diapause in at least part of the adults that shelter in remaining or fallen fruits after the crops.

ECOLOGIA DA BROCA-DO-CAFÉ *Hypothenemus hampei* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) NAS CONDIÇÕES DA ZONA DA MATA, MINAS GERAIS

INTRODUÇÃO GERAL

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), foi introduzida no Brasil e é considerada praga-chave da cultura do cafeeiro, atacando frutos de café em qualquer estágio de maturação, de verdes até maduros (cerejas) ou secos (Souza & Reis, 1993). O dano por adultos dessa praga é caracterizado pela perfuração dos frutos e pelas galerias nas sementes, onde colocam seus ovos. Ao eclodirem, as larvas se alimentam da semente, o que contribui para o aumento dos danos. As perdas quantitativas, ou dano direto na produção, decorrem da queda dos frutos imaturos atacados pela broca-do-café, da destruição das sementes e pelas sementes que se quebram no beneficiamento por estarem brocadas. Por outro lado, as perdas qualitativas, ou dano indireto, decorrem de sementes brocadas que mesmo quando não se quebram no beneficiamento, contribuem para a depreciação na qualidade da bebida (Batista, 1986).

Diversos aspectos, como a capacidade reprodutiva e detalhes do ciclo biológico da broca-do-café foram estudados (Bergamin, 1943). Outros aspectos como o comportamento no campo dessa praga foram estudados, o que gerou contribuições importantes para o conhecimento do comportamento da broca-do-café e de suas relações com a planta hospedeira (Baker, 1984; Cure *et al.*, 1998).

O controle da broca-do-café tem sido objeto de esforços visando aumentar a eficiência do controle dessa praga por inimigos naturais, notadamente após a detecção da resistência da broca ao endossulfan, o inseticida mais utilizado no controle químico dessa praga (Brun *et al.*, 1989).

O Brasil foi pioneiro na tentativa de controlar biologicamente essa praga, pela introdução, criação massal e liberação do parasitóide conhecido como vespa-de-Uganda, *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyilidae), entre as décadas de 20 e 40. No entanto, o advento dos inseticidas organoclorados, de menores custos e maior eficiência no controle da broca-do-café, levou ao abandono do controle biológico. Em 1989, outro parasitóide da broca-do-café, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethyilidae) foi introduzido no Brasil, como parte de um programa de controle biológico da broca-do-café no Estado do Espírito Santo (Benassi, 1989). Recentemente foi descrito no Togo, África, um terceiro parasitóide da broca-do-café, *Phymastichus coffea* LaSalle, 1990 (Hymenoptera: Eulophidae) que ataca os adultos da broca, ao contrário dos demais, que atacam os estágios imaturos (Feldhedge, 1992).

Um modelo de simulação tri-trófico descreve a evolução da infestação de frutos do café pela broca de acordo com sua maturação (Gutierrez *et al.*, 1998). A esse modelo, desenvolvido com dados de campo para simular a infestação de frutos pela broca, foram superpostos dados de laboratório sobre parâmetros do

ciclo biológico dos três parasitóides. Isto apontou o parasitóide *P. coffea* como aquele com maior potencial para exercer controle natural efetivo da broca-do-café.

Os trabalhos sobre monitoramento da broca-do-café tem sido desenvolvidos visando encontrar-se o melhor modelo de armadilha e a mistura mais adequada de álcoois para atração de adultos dessa praga (Mendoza Mora, 1991; Mathieu *et al.*, 1999).

A importância econômica do café para o Brasil requer maiores esforços e investimentos em pesquisa, para se reduzir a dependência do uso de agrotóxicos. Além disso, novos conhecimentos que contribuam para a diminuição do emprego e uso mais racional de produtos químicos no controle da broca-do-café representam uma necessidade dos produtores de café.

O objetivo do presente trabalho foi apresentar um resumo dos fatores que influenciam a dinâmica populacional da broca-do-café e estudar aspectos do seu comportamento, notadamente durante o período de entressafra (da colheita dos frutos até a fase de formação dos frutos da nova safra), bem como melhorar o uso de armadilhas para coleta dos adultos dessa praga.

Literatura citada

- Baker, P. S. 1984.** Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera, Scolytidae). *Folia Entomol. Mex.* 61:9-24.
- Batista, M. 1986.** Efeitos de diferentes índices de infestação pela broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) no peso e na classificação do café pelo tipo e pela bebida. Lavras, MG, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 67 p. (Tese M.S.)
- Bergamin, J. 1943.** Contribuição para o conhecimento da biologia da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). *Arq. Inst. Biol.* 14:31-72.
- Benassi, V. L. R. M. 1989.** A broca do café. Vitória, ES. EMCAPA, Documentos, 57. 49 p.
- Brun, L. O., C. Marcillaud, V. Gaudichon & D. Suckling. 1989.** Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. *J. Econ. Entomol.* 82:1311-16.
- Cure, J. R.; Santos, R. H. S.; Moraes, J. C.; Vilela, E. F. & Gutierrez, A. P. 1998.** Fenologia e dinâmica populacional da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) relacionadas às fases de desenvolvimento do fruto. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 27(3):325-335.
- Feldhege, M. R. 1992.** Rearing techniques and aspects of biology of *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae), a recently described

endoparasitoid of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Café Cacao Thé*, 36:45-54.

Gutierrez, A. P.; Villacorta, A.; Cure, J. R. & Ellis, C. K. 1998. Tritrophic analysis of the coffee (*Coffea arabica*) - coffee berry borer [*Hypothenemus hampei* (Ferrari)] - parasitoid system. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 1998, 27(3):357-385.

Mathieu, F.; Brun, L. O.; Frerot, B.; Suckling, D. M. & Frampton, C. 1999. Progression in field infestation is linked with trapping of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Col., Scolytidae). *J. Appl. Entomol.*, 123(9) 535-540.

Mendoza Mora, J. R. 1991. Resposta da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, a estímulos visuais e semioquímicos. Viçosa, UFV, 1991. 44p. (Tese M.S.)

Souza, J.C. de & P.R. Reis. 1993. Broca-do-café - Histórico, Reconhecimento, Biologia, Prejuízos, Monitoramento e Controle. EPAMIG, Belo Horizonte, Boletim Técnico 40. 31 p.

ECOLOGIA DA BROCA-DO-CAFÉ *Hypothenemus hampei* (COLEOPTERA:
SCOLYTIDAE) NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS:
SOBREVIVÊNCIA E MULTIPLICAÇÃO NA ENTRESSAFRA

INTRODUÇÃO

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), é praga-chave da cultura do cafeeiro, atacando seus frutos em qualquer estágio de maturação, de verdes a maduros (cerejas) ou secos (Souza & Reis, 1993). Com a tendência atual de implantação de plantios adensados é de se esperar o agravamento dos prejuízos causados por essa praga, pela tendência já observada do inseto em encontrar melhores condições de multiplicação em ambientes mais úmidos (Baker, 1984; Le Pelley, 1968). A importância econômica da cultura e a redução na produção causada pela broca-do-café requerem o desenvolvimento de trabalhos para gerar informações que aumentem a compreensão sobre os hábitos dessa praga e sua relação com a planta hospedeira.

A broca-do-café pode apresentar de sete a oito gerações durante o ano (Bergamin, 1943). No entanto, coletas realizadas durante o período de maturação dos frutos do cafeeiro, indicam a ocorrência de não mais que 3-4 gerações (Cure *et al.*, 1998).

Um aspecto pouco estudado da biologia da broca-do-café é seu comportamento reprodutivo no período de entressafra, que seria aquele da colheita até a formação dos frutos novos da safra seguinte. A continuidade e o ritmo da reprodução da broca-do-café nessa fase que vai determinar o tamanho da população infestante da safra seguinte, e as perdas conseqüentes provocadas na produção.

Estudos realizados para a identificação de hospedeiros alternativos (Vijayalakshmi *et al.*, 1994), mostram a ocorrência da broca-do-café associada a outras plantas além do cafeeiro (Baker, 1999; Le Pelley, 1968). No entanto, há indicações de que a broca conseguiria atravessar o período de entressafra do café abrigada em frutos remanescentes na planta após a colheita ou, ainda, e preferencialmente, nos frutos caídos ao solo, que não são retirados da lavoura quando o produtor não adota a prática do repasse (Baker *et al.*, 1992).

Suspeita-se que nesse período, a broca-do-café entraria em estado de diapausa reprodutiva (Baker *et al.*, 1999).

O objetivo deste trabalho foi verificar a variação do número de estágios da broca-do-café nos frutos, tanto no período de maturação como no período posterior à colheita foi realizado o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado foi coletado em cafezal do Centro Experimental da Agronomia, UFV, no município de Viçosa, Minas Gerais, onde não são empregados inseticidas.

Quinzenalmente, entre novembro de 1998 e maio de 1999, foram coletados frutos brocados em diferentes estágios de maturação nas plantas, para se verificar a evolução do número de descendentes da broca-do-café.

Após a colheita e, também, quinzenalmente, entre junho e novembro de 1999, foram coletados 25 frutos remanescentes nas plantas após a colheita e 25 frutos caídos ao solo, sob as plantas. Esses frutos foram dissecados em laboratório sob microscópio estereoscópico, e o número de adultos, ovos, larvas e pupas da broca-do-café, bem como o de inimigos naturais foi obtido.

O número de estágios imaturos e adultos da broca-do-café presentes nos frutos verdes, em maturação e maduros foram submetidas à análise de variância para se verificar a existência de possíveis diferenças na preferência da broca-do-café por algum desses estágios de maturação do fruto.

As densidades das fases do ciclo de vida da broca-do-café presentes nos frutos remanescentes nas plantas e naqueles caídos ao solo após a colheita foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney, para verificar se as médias diferiam entre si (Siegel, 1975), indicativo de que um seria abrigo mais adequado que outro para a broca-do-café atravessar esse período de escassez de alimento.

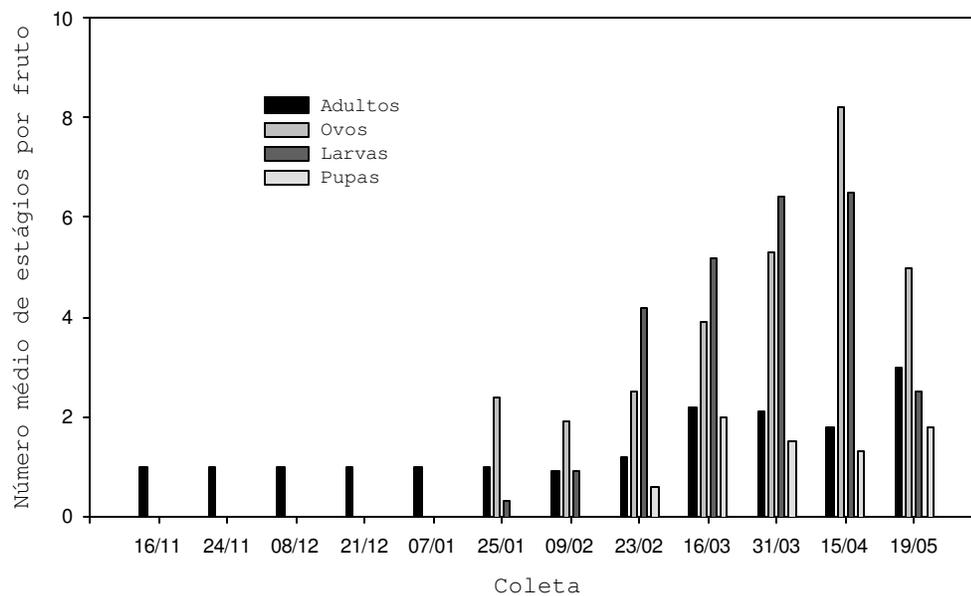
RESULTADOS

Verificou-se a presença de adultos, ovos, larvas e pupas da broca-do-café (Quadro 1/Figura 1) nos frutos coletados durante o período de maturação.

No período de 16/03 a 19/05 foi possível a coleta de frutos verdes, em maturação e maduros (cerejas). No Quadro 1 é apresentada a média, considerando todos os frutos coletados. O Quadro 2 apresenta o número médio de estágios da broca-do-café encontradas nos frutos em diferentes estágios de maturação. O número médio de adultos, ovos, larvas e pupas presentes em frutos verdes, em maturação e maduros foi semelhante pelo teste de F a 5% de significância.

Quadro 1 – Número médio de indivíduos de <i>Hypothenemus hampei</i> , por estágios, em frutos de café. Viçosa, Minas Gerais, 1998-1999.						
Coleta	Data	Frutos	Adultos	Ovos	Larvas	Pupas
1	16/11	18	1,0	-	-	-
2	24/11	19	1,0	-	-	-
3	08/12	21	1,0	-	-	-
4	21/12	16	1,0	-	-	-

5	07/01	18	1,0	-	-	-
6	25/01	15	1,0	2,4	0,3	-
7	09/02	17	0,9	1,9	0,9	-
8	23/02	17	1,2	2,5	4,2	0,6
9	16/03	62	2,2	3,9	5,2	2,0
10	31/03	64	2,1	5,3	6,4	1,5
11	15/04	64	1,8	8,2	6,5	1,3
12	19/05	81	3,0	5,0	2,5	1,8



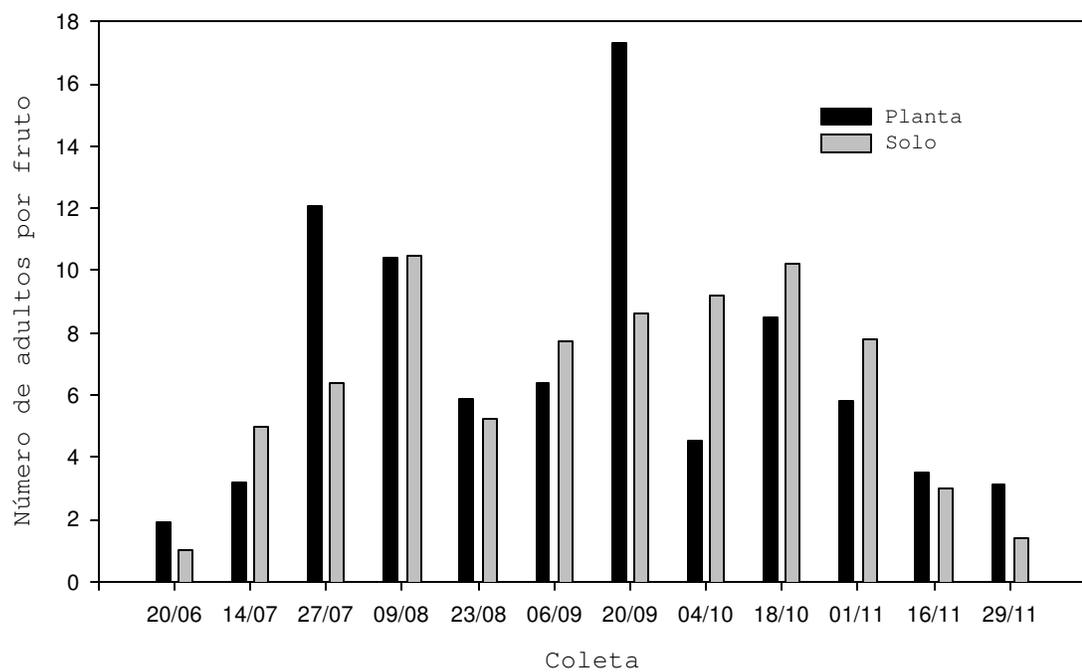


Fig. 2 - Densidade de adultos de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), por estágio, presentes nos frutos após a colheita. Viçosa, Minas Gerais. 1998-1999.

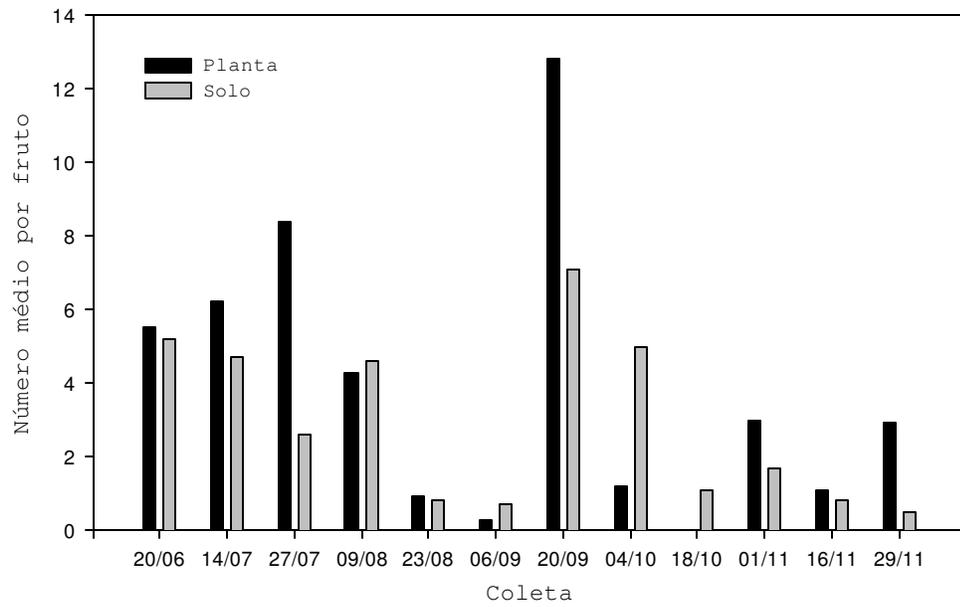


Fig. 3 - Número médio de ovos de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), presentes nos frutos após a colheita. Viçosa, Minas Gerais. 1998-1999.

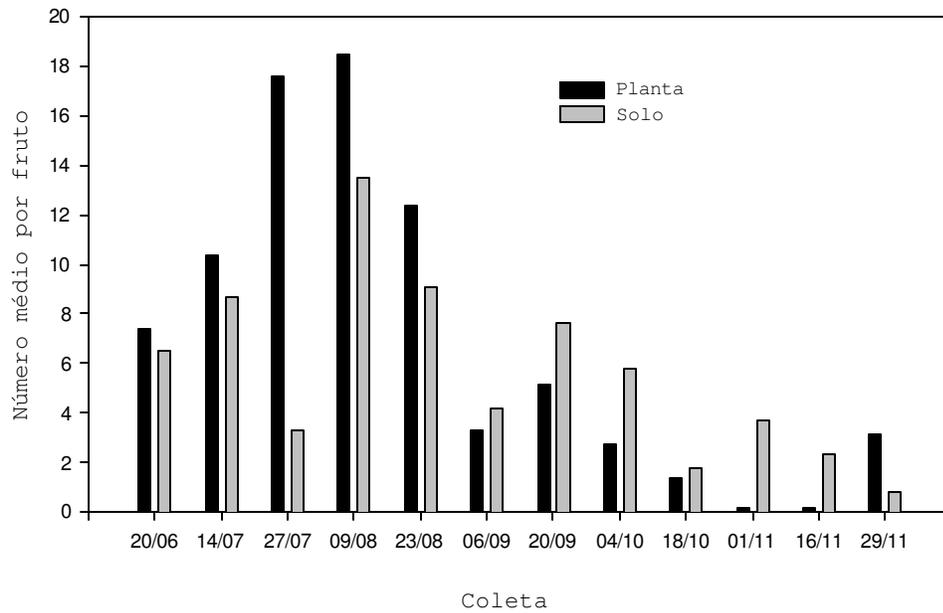


Fig. 4 - Densidade de larvas de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera:Scolytidae) em frutos de café, após a colheita. Viçosa, Minas Gerais. 1998-1999.

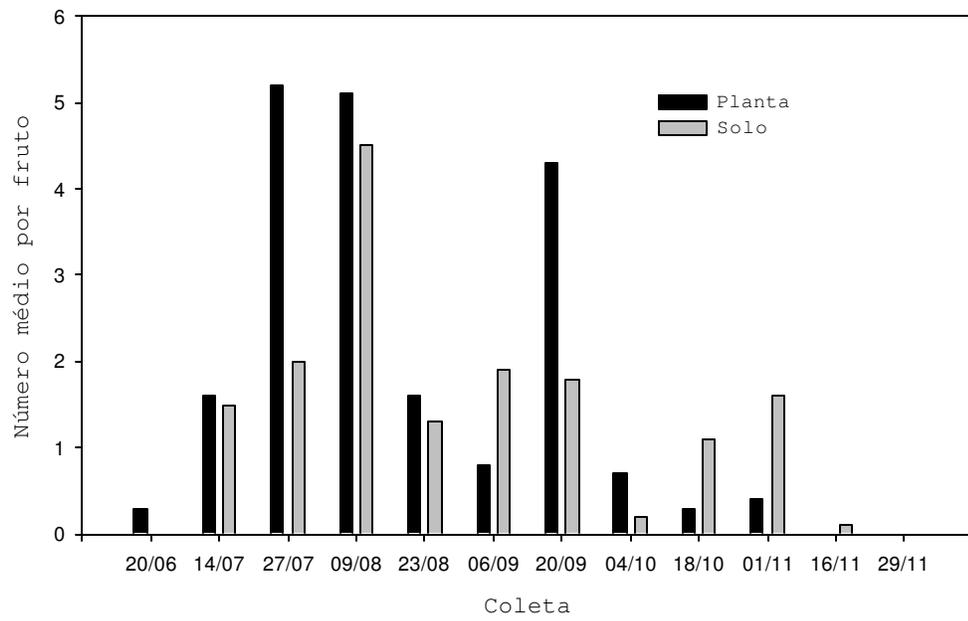


Fig. 5 - Densidade de pupas de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) presentes nos frutos após a colheita

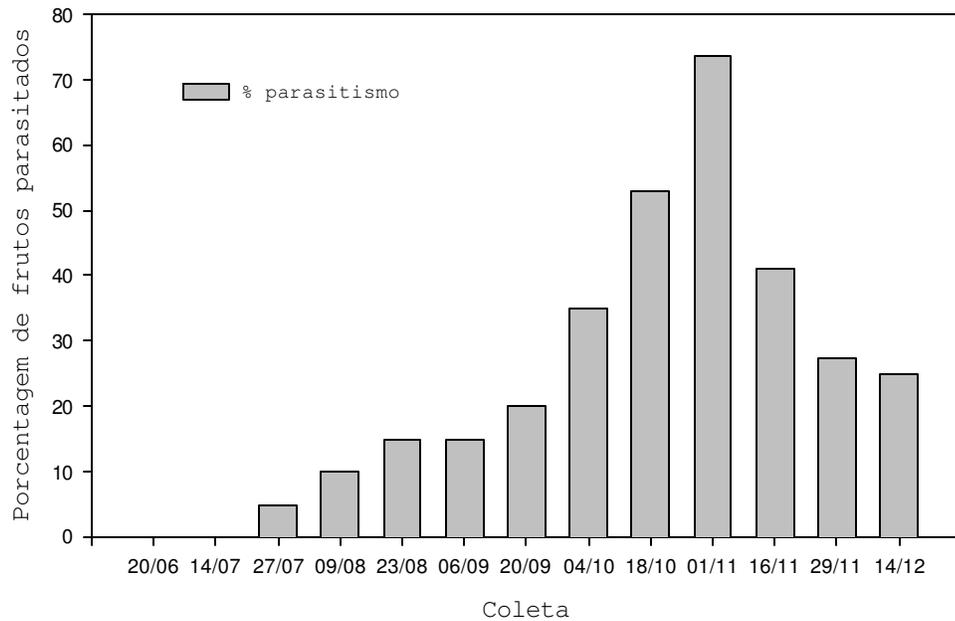


Fig. 6 - Porcentagem de frutos brocados por *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) com parasitismo pela vespa-de-Uganda. Viçosa, Minas Gerais, 1999.

Data	Mat.	Frutos	Adultos*	Ovos*	Larvas*	Pupas*
16/03	V	21	1,7	2,7	4,4	0,5
	EM	22	2,6	4,5	4,5	1,0

	M	19	2,3	4,5	6,9	4,7
31/03	V	21	2,2	4,3	6,0	1,9
	EM	18	1,2	5,9	5,2	1,2
	M	25	3,0	9,6	7,6	1,3
15/04	V	14	1,6	6,0	9,4	0,9
	EM	25	2,0	7,5	7,2	2,2
	M	25	1,8	10,2	4,2	0,6
19/05	V	16	1,1	3,7	1,5	1,0
	EM	14	1,4	6,4	1,6	0,2
	M	51	4,1	5,0	3,0	2,4
V = verdes; EM = em maturação; M = maduros (cereja)						
* = as médias do número de estágios não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de F (P=0,05).						

O número de estágios da broca-do-café presentes em frutos remanescentes nos cafeeiros após a colheita e a proporção de frutos com presença ou vestígios da atividade do parasitóide *P. nasuta*. (Quadro 3) O quadro 4 apresenta os mesmos dados observados em frutos caídos ao solo e coletados sob as plantas. Nas figuras 2 a 5 compara-se, respectivamente, o número de adultos, ovos, larvas e pupas do broca-do-café presentes em frutos nas plantas e no solo. A (Figura 6) evolução do parasitismo por *P. nasuta* em frutos brocados remanescentes na planta.

Quadro 3 – Densidade de estágios da broca-do-café e porcentagem de parasitismo (% par.) em frutos coletados nas plantas, após a colheita. Viçosa, Minas Gerais, 1999

Coleta	Data	Frutos	Adultos	Ovos	Larvas	Pupas	% par.
1	20/06	20	1,9	5,5	7,4	0,3	-
2	14/07	19	3,2	6,2	10,4	1,6	-
3	27/07	20	12,1	8,4	17,6	5,2	4,8
4	09/08	18	10,4	4,3	18,5	5,1	10,0
5	23/08	17	5,9	0,9	12,4	1,6	15,0
6	06/09	17	6,4	0,3	3,3	0,8	15,0
7	20/09	16	17,3	12,8	5,1	4,3	20,0
8	04/10	13	4,5	1,2	2,7	0,7	35,0
9	18/10	8	8,5	-	1,4	0,3	52,9
10	01/11	5	5,8	3,0	0,2	0,4	73,7
11	16/11	13	3,5	1,1	0,2	-	40,9
12	29/11	16	3,1	2,9	3,1	-	27,3
13	13/12	6	2,0	3,8	4,2	-	25,0

% par. = porcentual de frutos parasitados, com presença ou vestígios de atividade da *Prorops nasuta*.

Quadro 4 – Densidade de estágios da broca-do-café em frutos coletados no solo, sob as plantas, após a colheita. Viçosa, Minas Gerais, 1999.						
Coleta	Data	Frutos	Adultos	Ovos	Larvas	Pupas
1	20/06	6	1,0	5,2	6,5	-
2	14/07	14	5,0	4,7	8,7	1,5
3	27/07	9	6,4	2,6	3,3	2,0
4	09/08	11	10,5	4,6	13,5	4,5
5	23/08	14	5,2	0,8	9,1	1,3
6	06/09	19	7,7	0,7	4,2	1,9
7	20/09	14	8,6	7,1	7,6	1,8
8	04/10	11	9,2	5,0	5,8	0,2
9	18/10	17	10,2	1,1	1,8	1,1
10	01/11	21	7,8	1,7	3,7	1,6
11	16/11	8	3,0	0,8	2,3	0,1
12	29/11	11	1,4	0,5	0,8	-
13	13/12	1	1,0	-	-	-

DISCUSSÃO

A presença de frutos brocados nas plantas começou a se verificar em 19/11/98. Como a florada ocorreu a partir de 15/08/98, isto corrobora o registro de que frutos atacados pela broca-do-café até três meses depois da florada caem ao solo em função do ataque da praga (Cure *et al.*, 1998).

Houve diferença significativa entre o número de estágios presentes nos frutos verdes, em maturação e maduros, quando estes ocorrem simultaneamente na planta. Isso indica que a broca-do-café ataca indistintamente frutos presentes na planta em qualquer estágio durante a fase de maturação, desde que estes apresentem teor de matéria seca adequada para postura pela fêmea.

A broca-do-café teria preferência por frutos maduros (Baker, 1999), mas também efetua postura em frutos verdes desde que estes apresentem teor de umidade.

No início da coleta, em novembro/98, até janeiro/99, encontrou-se, apenas, um adulto da broca-do-café, alojado na coroa do fruto (Cure *et al.* (1998). Este é o período em que a fêmea da broca aguarda a maturação adequada dos frutos para iniciar sua postura. Quando o fruto atinge tal estágio de maturação a broca-do-café continua a perfuração da galeria da coroa em direção às sementes. Esse período de espera não vem sendo devidamente explorado para o controle da broca-do-café. Apesar de ser curto, variando em torno de 6-7 semanas, deveria ser objeto de estudos mais aprofundados visando sua determinação exata em cada região produtora. Isto é importante, pois este parece ser o momento de maior exposição da broca à atuação de qualquer medida de controle, seja inseticida químico, patógenos como *B. bassiana*, ou mesmo o parasitóide de adultos ora em processo de introdução no Brasil, *P. coffea*. A determinação do momento adequado para uma única aplicação de inseticidas poderia ser indicada em estudos futuros pelo número de graus-dia da florada até o momento em que a broca-do-café inicia a postura dos ovos.

Após a postura os demais estágios (larvas, pupas e novos adultos) vão surgindo posteriormente. Como o número de adultos por fruto se estabiliza em torno de dois, isto indica que as fêmeas emergidas deixam o mesmo logo que estejam aptas a colonizar novos frutos.

O número de ovos da broca-do-café aumenta de janeiro até abril, quando atinge oito por fruto, e começa a decrescer, ainda antes da colheita

Após a colheita, efetuada em final de maio e início de junho, observa-se tanto nos frutos remanescentes nas plantas como naqueles caídos ao solo, o acúmulo do número de adultos e redução gradativa no número dos demais estágios. Isso indica diminuição do ritmo de postura da fêmea colonizadora, devido à longevidade, modificação na qualidade do alimento, pela interação desses dois fatores, dentre outros. O acúmulo de adultos indica que as fêmeas que emergem aguardam uma situação mais favorável para abandonar esses frutos. A presença de ovos da broca-do-café até o final do período de coleta de dados indica que, pelo menos, algumas fêmeas não se encontram em diapausa reprodutiva, tema sugerido como objeto de estudo por Baker (1999). Alguns podem ser da fêmea que colonizou o fruto inicialmente, mas o aumento do número de ovos de 06/09 para 20/09, tanto nos frutos na planta quanto no solo indica que mais de uma fêmea pode efetuar postura no mesmo fruto. Como parece improvável que outras fêmeas venham de fora para frutos caídos ao solo, isso indica que algum fator estimularia fêmeas desenvolvidas naquele fruto a iniciar postura. A precipitação nos dias 11, 13 e 23 foi de 4,0, 3,4 e 43,3 mm respectivamente, parecendo ser pouco provável o fator responsável para estimular esse aumento de postura.

O número de adultos presentes nos frutos decresceu do início para o final de agosto. Como a florada ocorreu entre os dias 10 e 12/08/99, essa parece ser a pista ambiental que estimularia parte dos adultos da broca-do-café abrigados no fruto a saírem. Outro aumento no número de adultos da broca-do-café abrigados nos frutos foi registrado até a ocorrência de frutos verdes aptos a serem atacados

pela broca, com novo e acentuado decréscimo no número de adultos dentro dos frutos.

Baker *et al.* (1992) sugerem que ocorre acúmulo de adultos principalmente em frutos caídos ao solo. No entanto, não se encontrou diferença entre o número de adultos presentes nos frutos da planta e no solo, a não ser no final de novembro. Nessa época, praticamente só permanecem nos frutos caídos ao solo as fêmeas colonizadoras (1,4 adultos/fruto), enquanto nos frutos remanescentes nas plantas, esse número é de três adultos/fruto. Na coleta seguinte, de 13 de dezembro, ainda encontram-se dois adultos/fruto na planta, e nenhum naqueles frutos do solo. Na amostra composta por 18 frutos brocados, enquanto que 17 deles estavam sem broca, apenas um fruto apresentou a presença de uma broca. Esse fato corrobora a informação de Baker (1984) de que a precipitação seria o fator que faz com que a broca-do-café abandone o fruto em que se abrigava para colonizar outro. E isso parece ocorrer de forma mais rápida nos frutos do solo, pois o excesso de umidade acelera o processo de apodrecimento dos frutos ali caídos. O fato de não haver diferença no número de indivíduos da broca em frutos da planta e do solo no período de entressafra vem reforçar a importância de práticas como a colheita bem feita ou o repasse para reduzir ao máximo o número de indivíduos dessa praga.

A ocorrência de inimigos naturais mostrou uma surpreendente proporção de frutos brocados com presença ou vestígios da atividade do parasitóide *P. nasuta*, a vespa-de-Uganda, que chegou a 73% dos frutos remanescentes nas plantas. Apesar de haver registros de sua ocorrência natural em cafezais no Brasil sem se referir à sua eficiência (Yokoyama *et al.*, 1978), estudos mais recentes indicam que esse parasitóide raramente ataca mais de 5% dos grãos brocados (Baker, 1999). Parece que em nossas condições o período mais favorável para a vespa-de-Uganda seria depois da colheita. Assim, sugerimos que a vespa deveria ser considerada um fator de redução da população da broca-do-café que vai infestar a safra seguinte e não um controlador da infestação durante o período de maturação dos frutos. Dos frutos caídos ao solo, em apenas uma ocasião se verificou a presença do parasitóide vivo, e outra em que havia vestígios de sua atividade, mas isso pode ser atribuído ao fato dos frutos terem caído após a entrada da vespa na galeria da broca, sendo portanto uma casualidade. Reforça-se a informação de que pelo menos este parasitóide da broca-do-café não explora os frutos brocados caídos ao solo.

CONCLUSÕES

A saída de adultos da broca-do-café é um processo contínuo ao longo do período de maturação dos frutos, havendo um fluxo constante de novos adultos infestando frutos.

Não se encontrou diferença significativa entre o número de estágios da broca-do-café (adultos, ovos, larvas e pupas) em frutos verdes, em maturação e maduros (cerejas). Isso demonstra que os frutos, mesmo verdes, tem condições semelhantes aos demais para abrigar grande número de estágios da broca-do-café, desde que seu teor de matéria seca seja adequado para a fêmea efetuar postura.

Pelo menos parte das fêmeas na população da broca-do-café continuam efetuando postura durante a entressafra. Assim, se houver ocorrência de diapausa reprodutiva, como sugerido por alguns autores, não ocorre em toda a população.

Não há diferença entre o número de estágios de broca-do-café presentes nos frutos remanescentes nas plantas e naqueles que caíram ao solo após a colheita. Mas os adultos abandonam mais rapidamente aqueles do solo, quando já existem frutos da nova safra para serem colonizados.

A vespa-de-Uganda, *P. nasuta* pode infestar até 70% dos frutos brocados que permanecem nas plantas após a colheita. Configura-se assim num importante fator de redução da população inicial de broca-do-café que vai infestar a safra seguinte. Sua ocorrência em frutos coletados no solo foi insignificante, o que confirma que não explora frutos nessas condições.

LITERATURA CITADA

- Baker, P. S. 1984.** Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera, Scolytidae). *Folia Entomol. Mex.*, 61:9-24.
- Baker, P. 1999.** La Broca del Café en Colombia. Chinchiná, Colombia, Cenicafé, 154 p.
- Baker, P. S.; Barrera, J. F. & Rivas, A. 1992.** Life-history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. *J. Appl. Ecol.*, 29:656-662.
- Bergamin, J. 1943.** Contribuição para o conhecimento da Biologia da Broca-do-Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). *Arq. Inst. Biol.* 14:31-72.
- Cure, J. R.; Santos, R. H. S.; Moraes, J. C.; Vilela, E. F. & Gutierrez, A. P. 1998.** Fenologia e dinâmica populacional da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) relacionadas às fases de desenvolvimento do fruto. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 27(3):325-335.
- Le Pelley, R. H. 1968.** Pests of Coffee. London, Longman. 590 p.
- Siegel, S. 1975.** Estatística Não-Paramétrica. São Paulo, McGraw-Hill, 350 p.
- Souza, J.C. de & P.R. Reis. 1993.** Broca-do-café - Histórico, Reconhecimento, Biologia, Prejuízos, Monitoramento e Controle. EPAMIG, Boletim Técnico 40. 31 p.
- Vijayalakshmi, C. K.; Rahiman, P. A. & Reddy, A. G. S. 1994.** A note on the alternate shelters of coffee berry borer beetles. *J. Coffee Res.*, 24(1):47-48.
- (*)

Yokoyama, M.; Nakano, O.; Rigitano, R. & Nakayama, K. 1978. Situação atual da vespa de Uganda *Prorops nasuta* Waterston 1923 (Hymenoptera: Bethylidae) no Brasil. *Científica*, 5:394.

AVALIAÇÃO DA DISPERSÃO E CAPTURA DE ADULTOS DA BROCA-DO-CAFÉ *Hypothenemus hampei* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) COM ARMADILHAS A DIFERENTES DISTÂNCIAS

INTRODUÇÃO

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), é a praga mais importante da cultura do cafeeiro em vários países. Ataca os frutos em qualquer estágio de desenvolvimento provocando sua queda ou apodrecimento (Yokoyama, 1978), perda de peso (Toledo, 1947), e depreciação do café por tipo e alteração no sabor da bebida (Batista, 1986).

Diversos estudos foram conduzidos em aspectos da biologia, ecologia e controle da broca-do-café, alguns deles buscando maiores conhecimentos sobre sua dinâmica populacional e atratividade para armadilhas. O objetivo é desenvolver armadilhas e indicar atraentes que sejam eficientes na detecção, monitoramento e possível uso em coleta massal de adultos da broca-do-café.

Trabalhos efetuados com outros escolitídeos, pragas de plantios florestais mostram que compostos emitidos pelo hospedeiro, pelo inseto ou por ambos intermediam a atratividade e agregação desses insetos (Byers, 1999; Lanier, 1983; Montgomery & Wargo, 1983). Através de testes de laboratório e posterior aplicação no campo, alguns desses compostos já identificados estão sendo empregados no monitoramento e controle dessas pragas florestais (Bedard & Wood, 1981; De Groot & De Barr, 1998; König, 1992; Vilela e Della Lucia, 1987).

Trabalhos nessa linha com a broca-do-café buscam aperfeiçoar o modelo de armadilhas, bem como a composição mais eficiente do atraente (Mendoza Mora, 1991; Gutierrez Martinez et al., 1996). Avanços nesses

estudos podem fazer com que o uso de armadilhas para detecção, monitoramento e possível redução da população através da coleta massal de adultos seja uma ferramenta segura para integrar um programa de manejo da broca-do-café. Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar qual a distância mínima entre armadilhas para que uma não interfira na captura da outra, bem como informações adicionais sobre o padrão de dispersão dos adultos da broca-do-café no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em cafezal localizado no município de Viçosa, Minas Gerais, onde não são empregados inseticidas para o controle de pragas, entre março e maio de 2000.

As armadilhas eram constituídas de um anteparo para proteção contra chuva e oito funis de chapa galvanizada. O atraente foi uma mistura de etanol e metanol na proporção de 1:1. No terceiro e no sétimo funil foram instalados os dispositivos liberadores de álcool, conforme descritos por Mendoza Mora (1991). Sob o oitavo funil foi instalado um frasco para coleta dos insetos atraídos.

Numa adaptação da proposta para determinar a distância entre armadilhas para captura de insetos (Elkinton & Carde, 1988), o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, sendo as armadilhas dispostas de maneira a formar um hexágono, com uma armadilha no centro e outras seis equidistantes entre si formando a parte externa. Os tratamentos testados, ou seja, a distância de cada armadilha para a armadilha central e as vizinhas no perímetro externo do hexágono foi de 3, 5, 7 e 9 m.

Semanalmente, entre 02/03 e 04/05, totalizando 10 coletas, eram contadas as brocas capturadas e trocado o conteúdo dos frascos liberadores do atraente.

Os dados de coleta ($p - c$) submetidos à análise de variância foram obtidos pela diferença entre a média do número de brocas capturadas pelas armadilhas periféricas (p) subtraindo-se o número coletado pela armadilha central (c) de cada tratamento. Presume-se que nas distâncias em que uma armadilha interfere na captura da outra, haverá uma captura maior nas periféricas. Quando a média de adultos coletados nas seis armadilhas periféricas resultava em valor menor que a da armadilha central, considerou-se valor zero para cálculo.

Como a coleta foi persistentemente baixa, ao final do período efetuou-se uma avaliação da infestação pela broca nos frutos, pouco antes da realização da colheita, em três ocasiões. Os dados dessa avaliação foram divididos em duas categorias: ramos que continham apenas um fruto brocado e ramos que apresentavam mais de um fruto brocado. As frequências observadas, de um fruto brocado ou mais de um fruto brocado por ramo, foram comparadas pelo teste do Qui-quadrado.

RESULTADOS

O número de adultos de broca-do-café coletados nas armadilhas é apresentado no quadro 1 e figura 1.

O valor obtido (p - c), para os quatro tratamentos, quando submetido à análise de variância, não apresentou significância pelo teste de F (P = 0,05).

Quadro 1 - Adultos da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, coletados em armadilhas em função da distância (d) entre estas.

	Coletas									
*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1c	0	0	1	1	2	1	0	1	0	0
1p	0,5	0,7	1,7	0,2	2	5,8	2,3	1	0,3	1
2c	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
2p	0,7	0,3	0,3	0,2	1	1,2	2,3	0,7	0,2	1,7
3c	0	1	2	1	1	1	2	0	0	0
3p	0	0,3	0,7	0,3	1,8	1,5	0,5	0,5	1,2	2,5
4c	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0
4p	0,3	0,3	1,2	0,7	0,8	0,3	1,5	0	0,3	1

* = Tratamentos 1 a 4 (distâncias de 3, 5, 7 e 9 m entre armadilhas, respectivamente); c = central; p = média das 6 armadilhas periféricas.

Quadro 2 - Número (n) e frequência (%) de ocorrência de ramos com apenas 1 ou mais frutos de café brocados por *Hypothenemus hampei*. Viçosa, Minas Gerais. 2000.

Leitura	1 brocado		+ 1 brocado		X ²
	n	%	N	%	
1 ^a .	26	40,0	39	60,0	4,0*
2 ^a .	19	35,8	34	64,2	8,06**
3 ^a .	32	38,1	52	61,9	5,66*
Total	77	38,3	124	61,7	5,48*

* significativo (P = 0,05)

** significativo (P = 0,01)

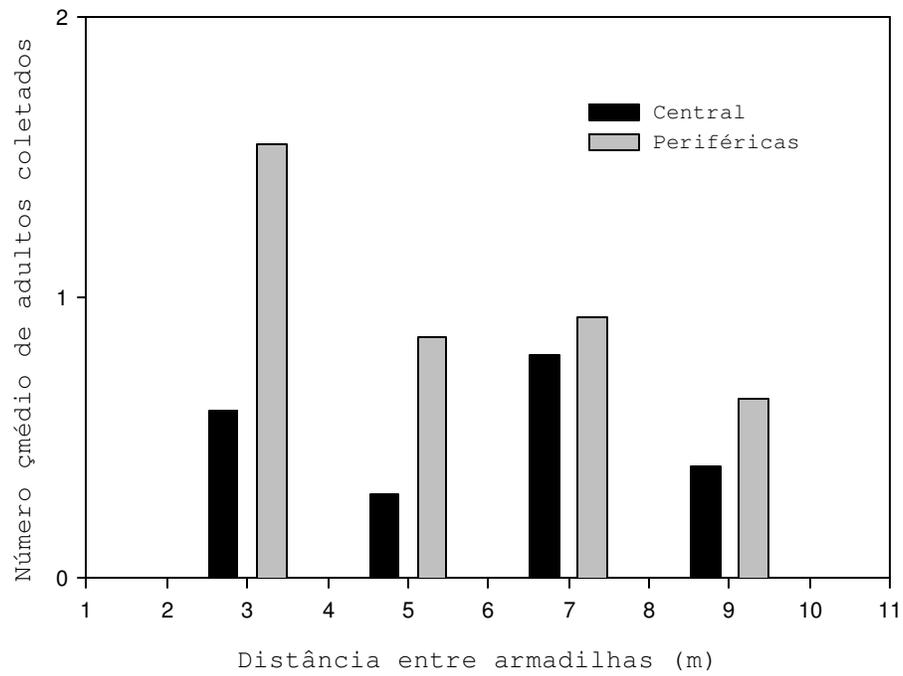


Fig. 1 - Número médio de adultos de *Hypotehenemus hampei* capturados por armadilhas. Viçosa, Minas Gerais, 2000.

A infestação nas plantas indicou poder ocorrer nos ramos presença de um só fruto brocado ou então vários frutos brocados em uma ou mais rosetas próximas. Os resultados das três leituras efetuadas próximas à época da colheita, bem como a comparação das frequências pelo teste do qui-quadrado, são apresentados no quadro 2 e figura 2.

DISCUSSÃO

Apesar de instalar as armadilhas na época de maturação dos frutos, em que as fêmeas da broca-do-café saem dos frutos em que se desenvolveram para colonizar novos frutos, o número de adultos coletados foi baixo ao longo de todo o período de coleta de dados. Como tanto o modelo de armadilha como a mistura utilizada de etanol e metanol utilizada, na proporção de 1:1 foi anteriormente testada e aprovada em outros trabalhos (Mathieu *et al.*, 1997b; Mendoza Mora, 1991), a explicação para o baixo número de adultos coletados pode ser devido ao maior poder de atração dos frutos em maturação do que o atraente empregado ou ao comportamento de dispersão da broca-do-café.

Mathieu *et al.* (1997a) estudando fatores que estimulam a broca-do-café a abandonar os frutos em que se desenvolveram citam que os dois fatores preponderantes seriam a luminosidade e proximidade de frutos imaturos. Os autores realizaram este trabalho em ambiente telado e mesmo nessas condições a recaptura da broca foi baixa, da ordem de 45% dos insetos liberados.

Gutierrez Martinez & Ondarza (1996) testando misturas de atraentes em armadilhas para broca-do-café observaram que maior número de insetos foram coletadas em armadilhas que continham extratos de frutos maduros de café. A análise por cromatografia do extrato mais atrativo detectou alta proporção de cafeína.

A maior frequência de ocorrência de mais de um fruto brocado por ramo na época da colheita indica que, ao abandonar o fruto em que se desenvolveu e tendo nas proximidades outro fruto ainda não brocado, a broca-do-café colonizaria esse fruto mais próximo preferencialmente a se deslocar para distâncias mais longas.

O uso de armadilhas para redução das populações de broca-do-café é um campo de estudo que vem atraindo o interesse de diversos pesquisadores, notadamente depois que se detectou a resistência da broca ao endosulfan

(Brun *et al.*, 1989), inseticida mais eficiente e tradicionalmente utilizado no controle químico dessa praga. Qualquer avanço no conhecimento de fatores que possam aumentar a eficiência de captura da broca-do-café por armadilhas seria de grande valor.

As informações registradas em literatura e as observações sobre a dispersão da broca-do-café, indicam que armadilhas teriam pouca atratividade com os atraentes hoje utilizados, durante a fase do ciclo da cultura em que os frutos estão em maturação. Assim, o uso de armadilhas para coleta massal de fêmeas adultas durante a maturação dos frutos, visando impedir o aumento da infestação, não seria uma técnica indicada, a não ser que se aumente a capacidade de atração das misturas utilizadas nas armadilhas, o que demandaria estudos mais aprofundados sobre fatores que atuam sobre a atratividade da broca-do-café para os frutos, tanto em laboratório como no campo.

Também se observa baixa coleta de adultos por armadilhas no período posterior à colheita, em que os adultos da broca-do-café se acumulam nos frutos em que se desenvolveram, permanecendo abrigadas até que sejam estimuladas a procurar novos frutos. Como não se movimentam à procura de hospedeiro, também nessa época a eficácia de armadilhas não deve ser grande.

Para se determinar a(s) época(s) mais indicadas para o emprego das armadilhas no campo, há a necessidade de conduzir estudos por períodos mais longos de tempo, na tentativa de se detectar os momentos mais indicados para sua instalação. Estudos realizados em *Coffea canephora*, no Espírito Santo (V. L. R. M. Benassi, 2001, informação pessoal) indicam que a coleta de adultos em broca-do-café por armadilhas ocorre o ano todo, mas com três picos de coleta: o primeiro logo após a colheita, o seguinte no início da estação chuvosa (final de setembro/início de outubro) e o último entre novembro/dezembro. O padrão se repetiu com pequenas variações, atribuídas ao regime de precipitação, por cinco anos: nos anos com baixa precipitação se reduzia o número de brocas coletadas. Novos estudos poderão dizer se o padrão seria o mesmo para *Coffea arabica* e para regiões de climas diferentes.

CONCLUSÕES

No período de maturação dos frutos, a dispersão da broca-do-café para localização de novo hospedeiro se dá a curtas distâncias, preferencialmente para frutos do mesmo ramo.

O uso de armadilhas para captura de adultos da broca-do-café é pouco eficiente na época de maturação dos grãos com os atraentes tradicionalmente empregados.

Devem ser conduzidos estudos sobre a eficiência de atraentes comparando-a com a atratividade de frutos em maturação ou maduros; e também estudos por períodos de tempo mais longo para se determinar o(s) momento(s) mais adequados para instalação de armadilhas visando a captura da broca-do-café.

LITERATURA CITADA

- Batista, M. 1986.** Efeitos de diferentes índices de infestação pela broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) no peso e na classificação do café pelo tipo e pela bebida. Lavras, MG, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 67 p. (Tese M.S.)
- Brun, L. O., C. Marcillaud, V. Gaudichon & D. Suckling. 1989.** Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera:Scolytidae) in New Caledonia. J. Econ. Entomol. 82:1311-16.
- Bedard, W. D. & D. L. Wood. 1981.** Suppression of *Dendroctonus brevicomis* by using a mass-trapping tactic. In: Mitchell, E. R. (ed.) Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice. New York, Plenum Press, p. 103-114.
- Byers, J. A. 1999.** Effects of attraction radius and flight paths on catch of scolytid beetles dispersing outward through rings of pheromone traps. J. Chem. Ecol., 25(5):985-1005.
- De Groot, P. & De Barr, G. L. 1998.** Factors affecting capture of the white pine cone beetle, *Conophthorus coniperda* (Schwarz) (Col., Scolytidae) in pheromone traps. J. Appl. Entomol., 122(6):281-286.
- Elkinton, J. S. & Cardé, R. T. 1988.** Effects of Intertrap Distance and Wind Direction on the Interaction of Gypsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae) Pheromone-Baited Traps. Env. Entomol., 17(5):764-769.
- Gutierrez Martinez, A. & Ondarza, R. N. 1996.** Kairomone effect of extracts from *Coffea canephora* over *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Env. Entomol., 25(1):96-100.
- Konig, E. 1992.** Mass trapping of *Trypodendron lineatum* Ol. (Col., Scolytidae). Impact on the infestation of stored logs and cost/benefit analysis of a five year field experiment. J. Appl. Entomol., 114(3):233-239.
- Lanier, G. N. 1983.** Integration of visual stimuli, host odorants, and pheromones by bark beetles and weevils in locating and colonizing host trees. In: Ahmad, S. (ed.) Herbivorous Insects. New York, Academic Press, p. 161-171.
- Mathieu, F.; Brun, L. O. & Frerot, B. 1997a.** Factors related to native host abandonment by the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Col., Scolytidae). J. Appl. Entomol., 121(3):175-180.
- Mathieu, F., Brun, L. O., Marchillaud, C. & Frerot, B. 1997b.** Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) within a

mesh-enclosed environment: interaction of olfactory and visual stimuli. J. Appl. Entomol., 121(3):181-186.

Mendoza Mora, J. R. 1991. Resposta da Broca-do-Café, *Hypothenemus hampei*, a Estímulos Visuais e Semioquímicos. Viçosa, UFV, 1991. 44p. (Tese M.S.)

Montgomery, M. E. & Wargo, P. M. 1983. Ethanol and other host-derived volatiles as attractants to beetles that bore into hard woods. J. Chem. Ecol., 9(2):181-190.

Toledo, A. A. de. 1947. Importância econômica da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) no Estado de São Paulo. Arq. Inst. Biol., 18:213-238.

Vilela, E. F. & Della Lucia, T. M. C. 1987. Feromônios de Insetos (Biologia, Química e Emprego no Manejo de Pragas). Viçosa, UFV, Imprensa Universitária. 155 p.

Yokoyama, M. 1978. Avaliação de danos e controle químico da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae). Piracicaba, SP, ESALQ, 93 p. (Tese M.S.)

HISTÓRIA DE VIDA DA BROCA-DO-CAFÉ *Hypothenemus hampei* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)

Introdução

A broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) é considerada a principal praga da cultura do cafeeiro em diversas regiões produtoras. Como o cafeeiro é de origem africana, esta praga é, geralmente, introduzida acidentalmente nas regiões produtoras, onde seus danos são agravados pela ausência nesses locais, de inimigos naturais presentes na sua região de origem (Le Pelley, 1968). Muitos estudos foram conduzidos sobre diversos aspectos como a biologia, ecologia, controle cultural, químico e biológico da broca-do-café. O fato dessa praga atacar somente os frutos do cafeeiro e estes são escassos na cultura, da colheita à nova frutificação, alguns aspectos ainda são pouco conhecidos em seu ciclo e no seu relacionamento com a planta hospedeira. Busca-se apresentar uma revisão crítica de fatores envolvidos na flutuação populacional da broca-do-café, apresentar novas contribuições ao conhecimento da relação broca-cafeeiro e sugerir estudos a serem desenvolvidos.

Ciclo biológico

De acordo com o estudo mais detalhado sobre a biologia da broca-do-café (Bergamin, 1943), o ciclo biológico dessa praga pode ser resumido em: a fêmea perfura uma galeria no fruto, à partir da coroa em direção às sementes, onde escava uma câmara para efetuar a postura. Sua longevidade média é de 156 dias, e coloca, em média, 74 ovos, com máximo de 119 ovos. A 27°C, a fase de ovo dura quatro dias; a fase de larva 14 dias e as larvas que vão originar fêmeas apresentam dois instares, enquanto as que vão originar machos, apenas um; a fase de pupa é de 6 dias; e a fêmea é copulada três dias após emergência, com período de pré-oviposição de dois dias, quando está apta para colonizar novo fruto.

Fatores que afetam a flutuação populacional da broca-do-café

Os diversos fatores que afetam a dinâmica populacional da broca-do-café (Figura 1) podem ser divididos em dois grandes grupos: intrínsecos (endógenos ou inerentes à espécie, por afetar o número de indivíduos e exercer regulação sobre toda a população) e extrínsecos (exógenos, por serem fatores ambientais, e que também afetam o número de indivíduos da mesma) (Price, 1997).

1. Fatores intrínsecos. São aqueles determinados geneticamente e que fazem parte da natureza da espécie. Mesmo com os demais fatores favoráveis, a população da broca-do-café não será maior do que o limite imposto por estes fatores. Sua compreensão pode auxiliar na elaboração de táticas para o seu manejo, mas não poderiam ser manipulados ou modificados.

1.1. Taxa reprodutiva - existe um limite biológico máximo para a produção de descendentes e a taxa de fêmeas geradas por fêmea (ou fator r) determina a velocidade de crescimento da população de uma determinada espécie. Como a broca-do-café apresenta proporção de 10 fêmeas por 1 macho,

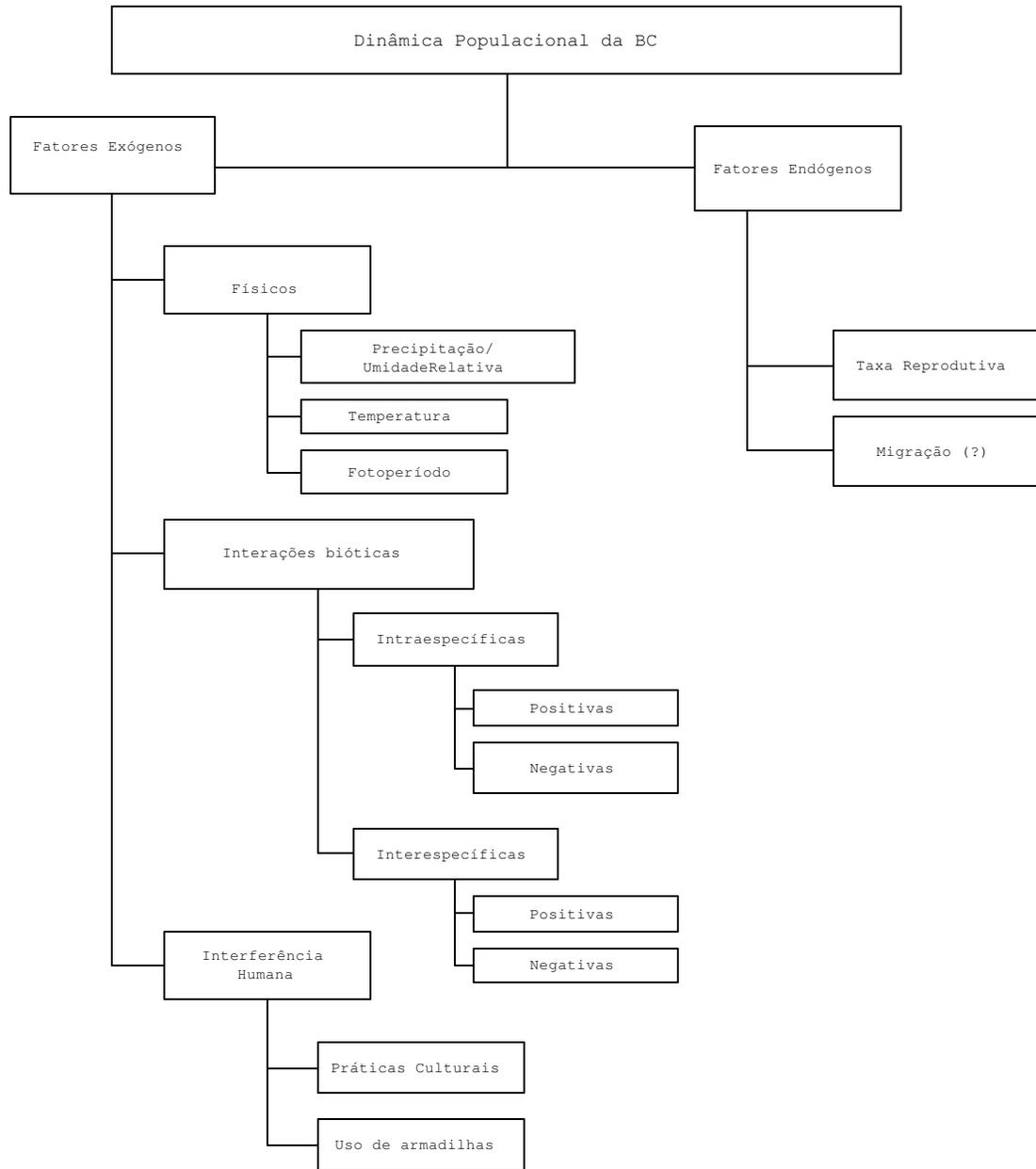


Fig. 1 - Representação esquemática dos fatores que afetam a dinâmica populacional da broca-do-café

chegou-se a admitir a possibilidade de partenogênese (Munoz, 1989; Barrera *et al.*, 1991).

Um mecanismo particular de determinação de sexo para a broca-do-café foi proposto, em razão da formação de maior proporção de espermatozoides que originam fêmeas (Bergamin & Kerr, 1951). Isso pode ser explicado pelo fato da determinação de sexo, nessa espécie, poder ser considerado uma hapo-diploidia funcional: o macho só transfere material genético que recebeu da mãe (Barrera *et al.*, 1991; Borsa & Kjellberg, 1996). A endogamia não seria completa porque, eventualmente, duas fêmeas podem colonizar o mesmo fruto, quando o macho originado por uma delas pode fecundar fêmeas originadas pela outra (Baker, 1999). Apesar dessas características reprodutivas parecerem desfavoráveis para a broca-do-café, é inegável o sucesso dessa praga em se estabelecer, permanecer no local e se expandir para novos habitats.

1.2. Migração – pouco se conhece sobre a dispersão da broca-do-café, a curta ou a longa distância, mas o conhecimento desse comportamento é importante para o desenvolvimento de armadilhas e para a indicação de atraentes eficientes na captura dessa praga. Isso deve ser considerado, pois as primeiras fêmeas emergidas de algumas espécies de escolitídeos pragas de plantios florestais de que não respondem aos atraentes de armadilhas porque esses indivíduos vão migrar para hospedeiros a longa distância (Duelli *et al.*, 1997). O fato de regiões livres da presença da broca-do-café apresentarem ocorrência dessa praga após algum tempo indica que a dispersão dessa praga pode ocorrer a longa distância. Isso foi comprovado na Colômbia, quando o primeiro registro da broca-do-café ocorreu na região próxima à fronteira com o Equador, em que havia registro da presença da broca (Cardenas & Bustillo, 1991). A dispersão da broca à curta distância para frutos próximos, no período de maturação, pode ser evidenciado pelo fato de a fêmea dessa espécie sair do fruto em que se desenvolveu e colonizar frutos próximos no mesmo ramo, na mesma roseta ou em rosetas vizinhas.

A possibilidade de que parte da população da broca-do-café poder dispersar-se a longas distâncias deve ser investigada. Além disso, a dispersão à curta distância para frutos vizinhos pode contribuir para a baixa eficiência de captura das armadilhas, tanto no monitoramento como na coleta massal. Também o atraente pode ter menor eficiência na sua atratividade se esta não for àquela exercida por frutos de café. Por isto, as avaliações da eficiência de diferentes atraentes devam ser feitas em laboratório, e comparadas com a de frutos, em olfatômetro.

2. Fatores extrínsecos. São dependentes do ambiente e dependendo de sua variação, respondem com graus variáveis de aumento na população da broca-do-café. Alguns desses fatores podem ser manipulados para se interferir no aumento da população da broca-do-café.

2.1. Fatores Físicos.

2.1.1. Precipitação/Umididade Relativa. O volume de chuvas é considerado fator preponderante para que adultos da broca-do-café deixem os frutos em que se

abrigaram na entressafra e colonizam os frutos na nova safra, pois umidade relativa abaixo de 90% inibe a saída dos adultos da broca-do-café dos frutos (Baker *et al.*, 1992). Umidade relativa entre 90 e 93% propiciam maior fecundidade e reduzem a taxa de mortalidade de fêmeas dessa praga (Baker *et al.*, 1994). Além disto, invernos com baixa precipitação são desfavoráveis para a broca-do-café. Por isto, a colocação de armadilhas para captura de adultos no campo deve considerar o fato de que a precipitação estimula a saída de adultos da broca-do-café dos frutos em que se abriga.

2.1.2. Temperatura. É fator importante no ritmo de postura da fêmea da broca-do-café, que apresenta maior número de ovos entre 20 e 25°C (Baker *et al.*, 1992), além de afetar o tempo de desenvolvimento das fases imaturas da broca-do-café: o período de ovo a adulto que varia de mais de 90 dias a 15°C, pode durar 25 dias a 25°C (Costa & Villacorta, 1989) e inibir a saída de adultos abrigados nos frutos em temperaturas abaixo de 20°C. Por isto, é de se esperar que os danos provocados pela broca-do-café sejam maiores em temperaturas mais elevadas, quando o ciclo dessa praga é mais curto e que altitudes mais elevadas sejam desfavoráveis à broca-do-café por apresentarem temperaturas mais baixas (Le Pelley, 1968). O acompanhamento da variação da temperatura pode ser informação a ser utilizada para indicar o momento de instalar armadilhas para captura de adultos, visto ser este um dos fatores que estimulam a saída de adultos dos frutos.

2.1.3. Fotoperíodo. Aliado à proximidade de frutos imaturos, é considerado como pista do ambiente que estimula os adultos da broca-do-café a deixar os frutos em que se abrigam para colonizar novos frutos (Mathieu *et al.*, 1997).

2.2. Interações Bióticas. Relações entre a broca-do-café e outros organismos.

2.2.1. Intraespecíficas. Praticamente não se encontram referências sobre estudos dessa natureza, talvez devido ao interesse em abordar aspectos considerados mais práticos no manejo dessa praga.

2.2.1.1. Positivas. Não há registro de cooperação ou qualquer outra interação em que os indivíduos da broca-do-café se beneficiem mutuamente, mas há indícios de que mais de uma fêmea dessa praga possa efetuar postura no mesmo fruto, o que pode contribuir para o aumento da população infestante. A possibilidade de que fêmeas diferentes possam efetuar posturas no mesmo fruto (Baker, 1999), contribui para atenuar a endogamia na população de broca-do-café.

2.2.1.2. Negativas. Nos estudos com broca-do-café nada se conhece sobre competição interespecífica, mas observações realizadas em laboratório em que várias fêmeas foram confinadas com apenas um fruto, verificou-se que a fêmea

que inicia a perfuração da galeria interrompe seu trabalho para expulsar outra fêmea que tente penetrar no mesmo fruto (F. Cantor, 1999, informação pessoal).

2.2.2. Interespecíficas. Seriam as relações entre a broca-do-café e organismos de outras espécies.

2.2.2.1. Positivas. Não há referência sobre cooperação com outros artrópodos, mas investiga-se agora o papel da importância dos fungos presentes nas paredes das galerias escavadas pela broca-do-café, que poderiam ser simbioses. Identificado como *Fusarium solani*, pode influenciar na qualidade do alimento, seja por deteriorar o tecido numa espécie de pré-digestão, ou servir como aditivo e fornecedor de nutrientes ao ser ingerido (Morales-Ramos *et al.*, 2000). O fato é que fêmeas da broca-do-café alimentadas com frutos inoculados com *F. solani* tiveram longevidade maior e produziram maior número de descendentes. A comprovação do fato desse fungo ser um simbionte importante e se desenvolver com maior ou menor intensidade nos períodos de entressafra mais úmidos ou secos também pode ser um fator de peso na determinação da população infestante para a safra seguinte. Já o conhecimento das modificações que provoca no alimento ingerido pelas larvas pode ser utilizado nas pesquisas com criação da broca-do-café em dietas artificiais, objeto de diversos estudos, mas que ainda apresenta resultados incertos. A criação econômica da broca-do-café em laboratório é fator chave para a multiplicação de inimigos naturais em programas de controle biológico.

2.2.2.2. Negativas. Apesar de existirem outros insetos ocorrendo associados aos frutos do cafeeiro, como cochonilhas, mosca-das-frutas e a falsa broca, registra-se apenas a broca-do-café como capaz de explorar as sementes. Assim, a existência de relações que possam ser classificadas como competição parecem não ter grande importância nos estudos sobre broca-do-café. Importância maior teriam os inimigos naturais da broca-do-café, que contribuiriam diretamente para a redução de sua população.

2.2.2.2.1. Predadores. Formigas dos gêneros *Crematogaster*, *Solenopsis* e *Wasmmania*, que são registradas na literatura como predadoras ocasionais da broca-do-café (Baker, 1999; Benassi, 1995; Le Pelley, 1968), mas não são fatores importantes de redução da sua população.

2.2.2.2.2. Patógenos. Há registros de ocorrência de diferentes fungos infectando a broca-do-café, mas apenas *Beauveria bassiana* e *Metarrhizium anisopliae* apresentam condições de serem utilizados no controle dessa praga. As infecções por *B. bassiana* podem alcançar de 30 a 45% da população da broca-do-café se as condições de umidade relativa e temperatura forem favoráveis, enquanto *M. anisopliae* atinge, no máximo, 11% da população. A grande variação de eficiência na aplicação desses fungos registrada na literatura são atribuídos à dependência de vários fatores, como qualidade das formulações, dosagem, modo e época de aplicação, umidade relativa e radiação solar (Bustillo & Posada, 1996, Bustillo *et al.*, 1998, 1999). Testes de laboratório apontam como patogênicas três espécies de nematóides da família Heterorhabditidae e uma da família

Steinernematidae com mortalidade de 10 a 90% da broca-do-café (Castillo & MarbanMendoza, 1996). No entanto, apesar das variações da eficiência de *B. bassiana* para o controle da broca-do-café, este fungo é considerado o agente natural de controle mais promissor para as condições da Colômbia (Bustillo *et al.*, 1998). Isto mostra que se devem conduzir estudos no Brasil, visando a aplicação desse fungo no período em que adultos da broca-do-café se alojam na coroa dos frutos e ali aguardam a maturação dos mesmos para depois continuar a perfuração da galeria e começar a postura dos ovos. Os nematóides poderiam controlar a broca nos frutos caídos ao solo, e, por isto devem ser estudados visando seu uso, em razão dos resultados pouco expressivos do fungo *M. anisopliae* (Bustillo *et al.*, 1998) com esse objetivo.

2.2.2.2.3. Parasitóides.

a) *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyridae). Conhecida como vespa-de-Uganda, foi introduzida no Brasil em 1929 em um programa pioneiro do controle biológico da broca-do-café. Esse inimigo natural foi criado em laboratório e liberado no campo ao longo de duas décadas, até ser substituído pelo controle químico com inseticidas organoclorados. Uma única vespa penetra no fruto de café brocado e elimina todos os estágios da broca, matando os adultos presentes, efetuando postura em larvas bem desenvolvidas ou pupas, e se alimentando dos demais estágios. Embora esse inimigo natural seja considerado pouco eficiente, por ocorrer em baixas populações durante o período de maturação dos frutos e não parasitar brocas em frutos caídos ao solo, encontramos até 70% dos frutos remanescentes nas plantas após a colheita com a presença ou vestígios da atividade dessa vespa (capítulo 1). Assim, mesmo que o efeito em diminuir a infestação da broca durante a safra seja pequeno, o impacto de sua contribuição na redução da população da broca infestante da safra seguinte pode ser significativo em condições favoráveis.

b) *Cephalonomia stephanoderis* Betrem 1961 (Hymenoptera: Bethyridae). Conhecida como vespa-da-Costa-do-Marfim, foi preferida para ser importada para programas de controle biológico da broca-do-café no México (Barrera *et al.*, 1990) e na Colômbia (Bustillo *et al.*, 1998). Tem hábitos semelhantes a *P. nasuta* e sua eficiência e sua compatibilidade de uso integrado com outras medidas de controle foi menos estudada (Bustillo *et al.*, 1998). A semelhança dos hábitos entre as duas espécies mostra que estudos mais detalhados para saber se a liberação conjunta das mesmas teria um efeito aditivo ou se haveria competição. Nesse último caso, seriam necessários estudos para se verificar qual a espécie mais adequada para cada ambiente em estudo.

c) *Phymastichus coffea* La Salle, 1990 (Hymenoptera: Eulophidae). Conhecida como vespa-do-Togo, suas larvas são endoparasitóides de adultos da broca-do-café. Foi introduzida e está sendo liberada no México (Barrera *et al.*, 1990) e na Colômbia (Bustillo *et al.*, 1998). Esta vespa está sendo introduzida no Brasil, pela UFV e INCAPER, no Espírito Santo, cumprindo as exigências quarentenárias. Seu emprego se mostra promissor, especialmente se considerarmos o período em que a broca fica alojada na coroa do fruto aguardando que este atinja o estágio de maturação adequado para postura. Naturalmente, isso vai depender da eficiência de sua multiplicação em laboratório,

por sua vez dependente de criações eficientes e econômicas da broca-do-café; e de estudos que determinem suas interações com outros agentes de controle.

d) *Heterospilus coffeicola* (Hymenoptera: Braconidae). Parasitóide de ocorrência restrita à sua região de origem, na África, pois não se conseguiu ainda multiplicação em laboratório.

e) Outras espécies. Há referências da ocorrência natural de duas espécies do gênero *Cephalonomia*, uma no México (Perez Lachaud, 1998) e de outra no Brasil (Benassi, 1995), atacando a broca-do-café.

2.3. Recursos.

2.3.1. Abrigo. Numerosas referências relatam a broca-do-café associada a outras plantas, além do cafeeiro (Le Pelley, 1968; Baker, 1999). Esses hospedeiros alternativos só teriam importância se medidas que efetivamente reduzissem a quantidade de broca-do-café abrigada nos frutos de café remanescentes na planta ou caídos ao solo fossem aplicadas.

2.3.2. Alimento. É importante conhecer-se as necessidades nutricionais da broca-do-café para sua criação em laboratório, pois sua multiplicação e a de seus inimigos naturais frutos de café é onerosa e pouco eficiente, o que representa empecilho à implementação de programas de controle biológico. As dietas artificiais desenvolvidas para a broca-do-café (Villacorta, 1985; Villacorta & Barrera, 1993) tem se mostrado incapazes de substituir os frutos de café para a criação da broca com eficiência e economia desejáveis.

2.3.2.1. Quantidade. No período de maturação dos frutos, o alimento para a broca-do-café se apresenta em abundância, quando essa broca passa por 3-4 gerações (Cure *et al.*, 1998), mas na entressafra, após a colheita, o número de frutos disponíveis para a broca diminui drasticamente. No entanto ovos, larvas e pupas continuam nos frutos brocados após a colheita, tanto nos dependurados na planta quanto nos caídos ao solo, e essa praga não apresenta diapausa reprodutiva, pelo menos para fêmeas que estavam ovipositando por ocasião da colheita. Os adultos que emergem se acumulam nos frutos, e aí ficam até que frutos da nova safra estejam presentes. Esse parece ser o mecanismo desenvolvido pela broca-do-café para contornar o problema de falta de alimento disponível nessa época.

2.3.2.2. Qualidade do alimento. O grau de maturação dos frutos é importante pois a broca-do-café só faz postura em sementes com mais de 20% de matéria seca (Cure *et al.*, 1998; Baker, 1999), e por isso prefere atacar frutos maduros, quando estes se encontram presentes (Baker, 1999). Apesar de atacar frutos em qualquer estágio de maturação, aqueles atacados até três meses após a florada caem ao solo. Ao atacarem frutos verdes bem desenvolvidos mas que ainda não atingiram o teor de matéria seca ideal para a postura, a broca-do-café

permanece abrigada na coroa dos mesmos até a maturação por até a 6-7 semanas. Quando o fruto alcança a maturação adequada para postura, a broca continua a perfuração da galeria em direção às sementes. Esse período de espera na coroa para penetrar nas sementes deveria ser mais explorado para redução da população infestante, pois é quando a broca-do-café se encontra mais exposta à ação de inimigos naturais, patógenos e produtos químicos. Por isto, o número de graus-dia da florada até o período em que a broca inicia a postura nos frutos de café pode servir como indicador do momento mais adequado para se adotar medidas de controle dessa praga.

3. Intervenção humana. Práticas adotadas na condução da cultura do cafeeiro pelo produtor podem ter reflexos sobre a população da broca-do-café.

3.1. Adubação. A fertilização do cultivo reflete, diretamente, na quantidade de frutos produzidos pela planta e disponíveis para a broca-do-café. Isto não teria efeito direto na população da broca, mas uma maior produção resultaria numa menor proporção de frutos brocados. No entanto, a adoção dessa prática depende de outros fatores, como o preço do café e dos fertilizantes.

3.2. Irrigação. Além de propiciar à planta melhores condições de desenvolvimento e produção de frutos, essa prática aumenta a velocidade de apodrecimento dos frutos caídos ao solo, privando a broca-do-café de um local de refúgio. No entanto, não existem estudos sobre a redução da população infestante da broca-do-café em áreas irrigadas em relação às não irrigadas.

3.3. Colheita. A forma como a colheita é conduzida vai determinar a quantidade de frutos remanescentes na planta ou caídos ao solo, que servem de abrigo e local de multiplicação para a broca-do-café no período de entressafra. A quantificação do montante de frutos que permanecem na planta ou que caem ao solo após a colheita, realizada de diferentes maneiras, pode ser indicativo da população infestante para a safra seguinte e das perdas decorrentes. Tal informação pode reforçar a argumentação no sentido de se modificar esses métodos, principalmente junto aos pequenos produtores, que geralmente não adotam qualquer outra medida de controle da broca-do-café.

3.4. Repasse. A retirada dos frutos após a colheita, tanto dos que permanecem no cafeeiro como os que caem ao solo, teria impacto direto na redução da população de broca-do-café que vai infestar os frutos da safra seguinte (Bergamin, 1944). Como o aumento da população da broca-do-café durante o período de maturação dos frutos, da ordem de quatro a cinco vezes, não é considerado grande (Bustillo *et al.*, 1998), deve-se buscar reduzir ao máximo a população infestante inicial. A dificuldade na adoção desta prática está no fato de que grandes plantios de café são colhidos mecanicamente para se reduzir a dependência de mão-de-obra, o que torna improvável sua contratação apenas

para a realização do repasse. No entanto, os pequenos produtores poderiam optar entre a realização do repasse ou de outras atividades na propriedade, dependendo do seu grau de percepção do que é mais importante.

3.5. Uso de armadilhas para captura de adultos. Estudos sobre a indicação de modelos de armadilhas e mistura de álcoois como atraentes para a broca-do-café foram desenvolvidos (Gutierrez Martinez & Ondarza, 1996; Mendoza Mora, 1991). Embora a captura seja baixa na época de maturação dos frutos, há necessidade de se desenvolver estudos por longos períodos para se estabelecer a variação da captura da broca-do-café em função da fenologia da planta. Assim, tanto a definição do momento de se usar a armadilha como o modelo, o tipo de atraente e a densidade (número de armadilhas por unidade de área) são importantes. Só após determinar em que momento seu emprego é mais efetivo para capturar a broca-do-café é que se poderá fazer uma avaliação da real contribuição das armadilhas na redução da população da praga. O emprego de armadilhas no monitoramento da broca-do-café só se justificaria após a realização de estudos que correlacionassem a captura de adultos dessa praga com o grau de infestação, de maneira a dispensar a realização da coleta de frutos para cálculo da infestação.

4. Outros fatores a considerar.

4.1. Condição sócio-econômica. A condição econômica e o nível cultural dos produtores de café são fatores primordiais na aceitação de novas práticas na condução do cultivo que visem a redução populacional da broca, como mudanças na forma de conduzir a colheita e a realização do repasse. A exemplo do que foi realizado na Colômbia (Baker, 1999), instituições de extensão rural deveriam traçar um perfil sócio-econômico do produtor de café, que poderia ser dividido em categorias de acordo com o nível tecnológico adotado, identificando-se o grau de confiança nos serviços de assistência técnica e o de aceitação de mudanças tecnológicas no seu sistema produtivo. Isto ajudaria a nortear os objetivos dos grupos de pesquisa envolvidos no estudo da broca-do-café.

4.2. Variação dos preços do café. A remuneração obtida pelo produtor é fator importante na adoção de práticas adicionais, como o repasse, de suma importância para redução da população da broca-do-café. Quando o preço do café não remunera o produtor, até práticas consideradas mais importantes, como capinas, adubação e controle de pragas deixam de ser realizadas. No Espírito Santo, produtores deixam de colher talhões pouco produtivos quando o preço do café é muito baixo, e estes locais servirão de abrigo para multiplicação da broca-do-café. Ocorrem também casos em que a cultura é abandonada, mas não se

erradicam as plantas, que continuam abrigando a broca e servindo de foco de infestação para os plantios vizinhos.

Conclusões/Considerações Finais

Sugere-se que o controle da broca-do-café passe a contemplar alguns aspectos levantados, incluindo-se o conceito de “janelas” no ciclo da cultura como intervalos de tempo adequados para a adoção de algumas práticas.

A “janela” mais adequada para o controle químico seria o período em que adultos da broca-do-café se alojam na coroa do fruto e aguardam a maturação dos mesmos para a postura. Deve ser determinada para cada região produtora, pelo número de graus-dia acumulados a partir da florada. O conhecimento da duração dessa “janela” com maior exatidão permitirá a recomendação de uma única aplicação de inseticida, se esta se mostrar necessária após avaliação da infestação, além de prescindir da prática de realizar várias coletas de frutos para cálculo da infestação, que é a forma de monitoramento preconizado pelo manejo da broca-do-café. Com relação a métodos de controle biológico, essa mesma “janela” também será a mais indicada para aplicações do fungo *B. bassiana* e liberação do parasitóide de adultos, *P. coffea*, quando o adulto da broca-do-café estará mais exposto à ação desses agentes de controle.

A “janela” para a liberação de parasitóides como *P. nasuta* e *C. stephanoderis* seria após a colheita dos frutos. Esses parasitóides atacariam a broca-do-café e seus estágios imaturos nos grãos remanescentes nas plantas, reduzindo a população infestante da safra seguinte.

As “janelas” mais adequadas para instalação de armadilhas para coleta de adultos, visando a redução da população da broca-do-café ainda estariam por ser definidas por trabalhos futuros, de longa duração, de forma a detectar os períodos de maior captura de adultos.

O controle à broca-do-café nos frutos caídos ao solo permanece como desafio. No entanto, o uso da irrigação para acelerar o processo de apodrecimento desses frutos e o emprego de nematóides patogênicos à broca-do-café poderiam ser estudados para esse caso.

Literatura citada

Baker, P. 1999. La Broca del Café en Colombia. Chinchiná, Colombia, Cenicafé, 154 p.

Baker, P. S.; Ley, C.; Balbuena, R. & Barrera, J. F. 1992. Factors Affecting the Emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera, Scolytidae) From Coffee Berries. Bull. Entomol. Res., 82(2):145-150.

- Baker, P. S.; Rivas, A.; Balbuena, R.; Ley, C. & Barrera, J. F. 1994.** Abiotic Mortality Factors of the Coffee Berry Borer (*Hypothenemus-Hampeii*). *Entomol. Experim. Applic.*, 71(3):201-209.
- Barrera, J. F.; Baker, P. S.; Valenzuela, J. E. & Schwarz, A. 1990.** Introduction of two African parasitoid species to Mexico for biological control of the coffee borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Folia Entomol. Mex.*, 79:245-247.
- Barrera, J. F.; Gomez, J. & Alauzet, C. 1991.** Can the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) reproduce by parthenogenesis? *Entomol. Exp. Appl.*, 77(3):351-354.
- Benassi, V. L. R. M. 1995.** Levantamento dos inimigos naturais da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae), no norte do Espírito Santo. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 24(3):635-638.
- Bergamin, J. 1943.** Contribuição para o conhecimento da Biologia da Broca-do-Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). *Arq. Inst. Biol.*, 14:31-72.
- Bergamin, J. 1944.** O “repassé” como método de controle da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr., 1867) (Col.: Ipidae). *Arq. Inst. Biol.* 15:197-208.
- Bergamin, J. & Kerr, W. E. 1951.** Determinação do sexo e citologia da broca do café. *Ciencia e Cultura*, 3(2):117-121.
- Borsa, P. & Kjellberg, F. 1996.** Secondary sex ratio adjustment in a pseudo-arrhenotokous insect, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Comptes Rendus De L'Academie Des Sciences Serie III-Sciences De La Vie*, 319(12):1159-1166.
- Bustillo, A. E.; Bernal, M. G.; Benavides, P. & Chaves, B. 1999.** Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera : Scolytidae) populations emerging from fallen coffee berries. *Florida Entomol.*, 82(4):491-498.
- Bustillo, A. E.; Cárdenas, R.; Villalba, D. O.; Benavides, P.; Orozco, J. & Posada, F. J. 1998.** Manejo Integrado de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Colombia, Cenicafé. 134p.
- Bustillo, A. & Posada, F. 1996.** El uso de entomopatogenos en el control de la broca del cafe in Colombia. *Man. Integr. Plagas*, 42:1-13.

- Cardenas, R. M. & Bustillo, A. 1991.** La broca del cafe en Colômbia. In: Reunión Intercontinental Sobre Broca del Cafe, I, Tapachula, Chiapas, 1991. Resúmenes. Tapachula, Chiapas, México, p. 42-44.
- Castillo, A. & MarbanMendoza, N. 1996.** Laboratory evaluation of Steinernematid and Heterorhabditid nematodes for biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferr. Nematropica, 26(2):101-109.
- Costa, T. C. S. & Villacorta, A. 1989.** Modelo acumulativo para *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) com base em suas exigências térmicas. An. Soc. Entomol. Brasil, 18(Supl.):91-99.b
- Cure, J. R.; Santos, R. H. S.; Moraes, J. C.; Vilela, E. F. & Gutierrez, A. P. 1998.** Fenologia e dinâmica populacional da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) relacionadas às fases de desenvolvimento do fruto. An. Soc. Entomol. Brasil, 27(3):325-335.
- Duelli, P.; Zahradnik, P.; Knizek, M. & Kalinova, B. 1997.** Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps. J. Appl. Entomol., 121(6):297-303.
- Gutierrez Martinez, A. & Ondarza, R. N. 1996.** Kairomone effect of extracts from *Coffea canephora* over *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Env. Entomol., 25(1):96-100.
- Le Pelley, R. H. 1968.** Pests of Coffee. London, Longman. 590 p.
- Mathieu, F., Brun, L. O., Marchillaud, C. & Frerot, B. 1997.** Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) within a mesh-enclosed environment: interaction of olfactory and visual stimuli. J. Appl. Entomol., 121(3):181-186.
- Mendoza Mora, J. R. 1991.** Resposta da Broca-do-Café, *Hypothenemus hampei*, a Estímulos Visuais e Semioquímicos. Viçosa, UFV, 1991. 44p. (Tese M.S.)
- Morales-Ramos, J. A.; Rojas, M. G.; Sittertz-Bhatkar, H. & Saldana, G. 2000.** Symbiotic relationship between *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) and *Fusarium solani* (Moniliales: Tuberculariaceae). Ann. Entomol. Soc. Am. 93(3):541-547
- Munoz, R. 1989.** Ciclo biológico y reproducción partenogenética de la broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* (Ferr.). Turrialba, 39(3):415-421.
- Perez Lachaud, G. 1998.** A new bethylid attacking the coffee berry borer in Chiapas (Mexico) and some notes on its biology. Southwestern Entomol., 23(3):287-288.
- Price, P. W. 1997.** Insec Ecology. (3rd ed.) New York, John Wiley & Sons, 874 p.

Villacorta, A. 1985. Dieta meridica para criação de sucessivas gerações de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae). An. Soc. Entomol. Brasil, 14(2):315-319.

Villacorta, A. & Barrera, J. F. 1993. New meridic diet for rearing *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae). An. Soc. Entomol. Brasil, 22(2):405-409.

CONCLUSÕES GERAIS

As informações disponíveis sobre a broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), e as observações do presente trabalho, permitem concluir que:

1. O ciclo biológico da broca-do-café e a fenologia do cafeeiro mostram que existem períodos mais adequados para adoção de práticas que visem à redução da população dessa praga. Sugere-se que esses períodos sejam denominados “janelas”, alguns dos quais indicamos a seguir.

2. A “janela” mais adequada para a aplicação de inseticidas, químicos ou biológicos, bem como para futuras liberações do parasitóide de adultos *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae), ora em introdução, seria aquele período de maturação dos frutos, que deve ser determinado para cada região produtora, em que adultos da broca-do-café se alojam na coroa dos frutos verdes e ali aguardam a maturação dos mesmos até que se encontrem adequados para a postura de seus ovos. Em Viçosa, MG, com floradas ocorrendo em agosto, esse período vai do início de novembro a início de janeiro do ano seguinte.

3. A “janela” mais indicada para liberação de parasitóides como *P. nasuta* e, pela similaridade de hábitos, provavelmente também *C. stephanoderis* seria após a colheita dos frutos. Esses parasitóides seriam um fator de redução da população da broca-do-café que vai infestar a safra seguinte.

4. A baixa captura de adultos da broca-do-café por armadilhas na época de maturação dos frutos e o hábito dos mesmos em permanecerem abrigados nos frutos na entressafra indica que há períodos em que armadilhas atrativas seriam pouco eficientes. Sugere-se a realização de estudos por períodos mais longos para se determinar as épocas mais propícias ao emprego de armadilhas atrativas.

5. Durante a época de maturação dos frutos, a broca-do-café se dispersa a curta distância preferencialmente para frutos próximos da mesma roseta ou rosetas vizinhas no mesmo ramo.

6. A broca-do-café ataca indistintamente frutos verdes, em maturação e maduros (cereja) durante a época de maturação, desde que os frutos verdes apresentem teor de matéria seca adequado para que a fêmea efetue a postura.

7. Adultos da broca-do-café se abrigam indistintamente nos frutos que permanecem pendurados na planta ou naqueles caídos ao solo, e pelo menos parte das fêmeas não entram em diapausa reprodutiva, continuando a efetuar a postura de ovos, que são viáveis, pois ocorre também a presença de larvas e pupas.

8. A vespa parasitóide *P. nasuta* deve ser considerada como um fator de redução da população inicial da broca-do-café que vai infestar a safra seguinte, pois sua atividade é mais notável no período de entressafra do que naquele de maturação dos grãos.

9. Permanece como maior desafio para o controle dessa praga, o combate da broca-do-café que se abriga nos frutos caídos ao solo.