

ADRIANO ELIAS PEREIRA

USO DE ARMADILHA VISANDO GERAÇÃO DE NÍVEL DE AÇÃO E
CORRELAÇÃO ENTRE CAPTURA E INFESTAÇÃO DE *Hypothenemus*
hampei NA CULTURA DO CAFÉ

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P436u
2006

Pereira, Adriano Elias, 1974-

Uso da armadilha visando geração de nível de ação e correlação entre captura e infestação de *Hypothenemus hampei* na cultura do café / Adriano Elias Pereira.

– Viçosa : UFV, 2006.

ix, 36f. : il. ; 29cm.

Orientador: Evaldo Ferreira Vilela.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 20-25.

1. Armadilha para insetos. 2. Pragas - Controle integrado.
3. Broca-do-café - Controle. 4. Inseto - Comportamento.
5. Inseto - Controle integrado. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 595.7

ADRIANO ELIAS PEREIRA

USO DE ARMADILHA VISANDO GERAÇÃO DE NÍVEL DE AÇÃO E
CORRELAÇÃO ENTRE CAPTURA E INFESTAÇÃO DE *Hypothenemus*
hampei NA CULTURA DO CAFÉ

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de agosto de 2006.

Prof. Marcelo Coutinho Picanço
(Co-Orientador)

Prof. José Oscar Gomes de Lima
(Co-Orientador)

Prof. Eraldo Rodrigues de Lima

Dra. Madelaine Venzon

Prof. Evaldo Ferreira Vilela
Orientador

A Deus, pela existência.
Aos meus pais Hélio (*in
memoriam*) e Surama, pela vida.
A meu irmão Giuliano, pela
amizade e incentivo.
A Adriene, pelo amor e carinho,
apoio e companheirismo,
DEDICO.

“Feliz o homem que acha sabedoria e adquire conhecimento”.

Provérbio 3: 13.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Evaldo Ferreira Vilela, pela orientação, pelos valiosos conselhos, sabedoria transmitida e, principalmente, pela amizade.

Ao Prof. Marcelo Coutinho Picanço, pelos grandes ensinamentos, idéias e críticas na execução do trabalho e, principalmente, pela paciência, generosidade e amizade.

Ao Prof. Raul Narciso Carvalho Guedes, pela atenciosidade, amizade e valiosas sugestões no início do curso.

Ao Prof. José Oscar Gomes de Lima, pelas brilhantes idéias para a pesquisa.

A todos os professores do Departamento de Biologia Animal, Setor de Entomologia, pela recepção e pelos eternos ensinamentos.

À Dona Paula, pelo sorriso constante e ímpeto em ajudar.

Aos colegas do Curso de Mestrado em Entomologia, em especial a Eugênio, Luciano, Evaldo, Tate, e Ângela, pela colaboração, companheirismo e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Feromônios e Comportamento de Insetos.

À valiosa colaboração dos estagiários na execução do trabalho, em especial à Andreza e Ricardo.

A todos os amigos de Viçosa durante minha jornada naquela cidade.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Animal, em especial ao Sr. Manuel.

Aos vizinhos e amigos do prédio 555 Guilherme, Vivi, Alex, Luciara, Fabiane, Cauê e Marcos, pelos divertidos momentos, apoio e eterna amizade.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de treinamento e capacitação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela valiosa bolsa de estudos e ao CNPq, pelo auxílio financeiro para a pesquisa.

Aos proprietários das lavouras onde os experimentos foram conduzidos, Paulo Afonso, Prof. Chaves e Sérgio, pois sem a colaboração deles, o trabalho não se realizaria.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa, minha sincera devoção.

BIOGRAFIA

ADRIANO ELIAS PEREIRA, filho de Hélio Moreira Pereira e Surama Elias Pereira, nasceu no dia 30 de março de 1974, no município de Lavras, Minas Gerais.

Em julho de 1992, iniciou o curso de Agronomia na então Escola Superior de Agricultura de Lavras, hoje Universidade Federal de Lavras, vindo a concluir em dezembro de 1998. A partir de então, trabalhou com vendas, pesquisa e desenvolvimento de produtos em várias culturas, em empresas privadas.

Em 2002, participou do programa de trainees da Universidade de Minnesota, nos Estados Unidos, por um período de um ano e meio.

Em julho de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Entomologia do Departamento de Biologia Animal, setor de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, concluindo em agosto de 2004.

Desde dezembro de 2005 trabalha para o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) com pragas quarentenárias, na agência de proteção de plantas e animais, APHIS, em São Paulo.

CONTEÚDO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1. Descrição das áreas.....	6
3.2. Armadilhas.....	6
3.3. Atraentes.....	8
3.4. Liberador.....	8
3.5. Coleta dos dados.....	8
3.5.1. Avaliação da intensidade de ataque nos frutos do café.....	8
3.5.2. Avaliação das capturas.....	9
3.5.3. Avaliação da emergência da broca e broqueamento de frutos durante a entressafra.....	9
3.5.4. Análises Estatísticas.....	11
3.5.5. Dados meteorológicos.....	11
4. RESULTADOS.....	12
4.1. Flutuação populacional da broca-do-café.....	12
4.1.1. Lavoura 1.....	12
4.1.2. Lavoura 2.....	12
4.1.3. Lavoura 3.....	12
4.1.4. Lavoura 4.....	13
4.2. Avaliação da emergência e broqueamento na entressafra.....	13
4.3. Captura de outros escolitídeos.....	14
4.4. Nível de ação para a broca-do-café.....	14
5. DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÕES FINAIS.....	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
8. FIGURAS E TABELAS.....	26

RESUMO

PEREIRA, Adriano Elias, M.S. Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2006. **Uso de armadilha visando geração de nível de ação e correlação entre captura e infestação de *Hypothenemus hampei* na cultura do café.** Orientador: Evaldo Ferreira Vilela. Co-Orientadores: Marcelo Coutinho Picanço, José Oscar Gomes de Lima e José Cola Zanuncio.

A tomada de decisão de controle da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, é baseada na avaliação de frutos broqueados na época de trânsito dos adultos. O uso desta técnica de amostragem é oneroso e dá ao cafeicultor pouco tempo para a tomada de decisão de controle, o que constitui problema tanto para pequenos como para grandes produtores. Assim, visando à geração de novos níveis de ação para *H. hampei* na cultura do café e a correlação entre captura e infestação da broca-do-café, foram conduzidos ensaios em quatro cafezais comerciais em 2005 e 2006, usando-se armadilhas IAPAR invertidas, contendo mistura de etanol e metanol na proporção de 1:3 e benzaldeído a 1% do volume, com taxa de liberação de 98mg/dia. Foram instaladas 20 armadilhas por hectare em cada lavoura. Quinzenalmente estas armadilhas eram recolhidas e contava-se o número de adultos de *H. hampei* presentes, bem como de adultos de outros Scolytinae. Avaliava-se também nestas datas a percentagem de frutos broqueados em cada lavoura. Verificou-se que é pequena a captura de *H. hampei* nas armadilhas contendo álcoois nas épocas em que os frutos do cafeeiro já estão bem desenvolvidos, entre março e julho. Entretanto, é grande a captura de *H. hampei* nas armadilhas contendo atraentes na época de trânsito dos adultos deste inseto-praga, a partir de agosto. Verificou-se também correlação significativa entre a intensidade de ataque de *H. hampei* aos frutos e da densidade de adultos deste inseto e do total de adultos de Scolytinae nas armadilhas contendo atraentes. O nível de ação para a broca-do-café foi de 4 adultos/armadilha/quinzena, quando o preço do café for alto, ou 7 adultos/armadilha/quinzena, quando o preço do café for baixo. Portanto, na época de trânsito, o uso de armadilha contendo atraentes representa uma ferramenta promissora na geração de nível de ação a ser empregado, em sistemas de tomada de decisão de controle deste inseto-praga. O número de outras espécies de escolítídeos capturados nas

armadilhas não interferiu na interpretação dos dados de captura da broca-do-café, na tomada de decisão, por ser reduzido.

ABSTRACT

PEREIRA, Adriano Elias, M.S. Universidade Federal de Viçosa, August 2006.

Use of traps in order to obtain threshold and correlation between infestation level and capture of *Hypothenemus hampei* on coffee fields.

Adviser: Evaldo Ferreira Vilela. Co-Advisers: Marcelo Coutinho Picanço, José Oscar Gomes de Lima and José Cola Zanuncio.

The decision level to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, is based upon sampling damaged berries during the transition period of adult movement from berry to berry. Damaged berries include those that are from the following locations; fallen on the ground, post-harvest drying stage, remaining fruit on the plants and from neighboring coffee fields. Current sampling techniques, for determining control measures, are time consuming, giving the grower a small window of opportunity for control measures. Aiming to determine new action levels for *H. hampei* in coffee fields and the correlation between infestation levels and trapping of coffee berry borer, trials were carried out on four commercial coffee fields in 2005 and 2006, by using 'IAPAR' traps baited with ethanol and methanol at a 1:3 ratio and benzaldehyde at 1% volume, releasing 98 mg/day. Twenty traps/ha were set out on each experimental area. In two fields, the area had 1 ha (20 traps set), another field had 0.75 ha (15 traps set) and the fourth had only 0.3 ha (6 traps set) due to the small size of the field. In three of the fields, trap contents were checked every two weeks and the number of *H. hampei* were counted as well as the number of other scolytids. In one field the sampling was done every week because of the small size of the area. Fruit from the plants were also sampled to determine percentage of damage in each field. It was noticed that during fruit maturation, between March and July, the catch was very low. Although, the adult catch started increasing sharply in August when the borers started emerging from old berries remaining on the plants and on the ground. A correlation between trap catch and infestation level of *H. hampei* and other scolytids was determined. The decision level to control coffee berry borer is 4 adults/trap/two weeks when coffee market prices are high and 7 adults/trap/two weeks when coffee market prices are low. During the transit period of adults moving from old to new berries the use of traps, baited with semiochemicals, provides a useful tool in determining threshold in decision level systems for controlling coffee berry

borer. Due to their small numbers, other scolytids caught in the traps did not mask the interpretation of obtaining a decision level.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Broca-do-café

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) é considerada a principal praga do café em todos os países onde essa cultura está instalada, exceto poucos, como Havaí e Panamá (Baker *et al.*, 2002). Os adultos dessa praga perfuram os frutos e fazem galerias nas sementes, onde colocam seus ovos. Ao eclodirem, as larvas se alimentam dos cotilédones, o que contribui para o aumento dos danos. As perdas quantitativas, ou dano direto na produção, decorrem da queda dos frutos imaturos atacados, da destruição das sementes e daquelas que se quebram no beneficiamento, por estarem brocadas e devido à perda de peso dos grãos, que pode chegar até 21%. 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 da qualidade da bebida, em função da entrada de patógenos nas galerias das sementes e fermentação (Batista, 1986; Souza & Reis, 1997; Wegbe *et al.*, 2003).

A competição entre os países produtores por café de melhor qualidade e preço torna necessário ao Brasil, como o maior produtor (33,6 milhões de sacas/ano) e exportador mundial (25 milhões de sacas/ano) (Agriflex, 2006), aumentar sua participação no mercado em relação a outros países, como a Colômbia, abrindo mão de táticas que contribuam para um controle mais eficiente da broca.

1.2. Tomada de decisão

Para controle da broca, recomenda-se uma boa colheita, deixando o mínimo possível de frutos, tanto na planta quanto do chão, através do repasse. Os frutos remanescentes da colheita servem como abrigo e alimento às brocas, que, ao início da nova frutificação, ao aumento da temperatura e logo após as primeiras chuvas na primavera, irão migrar para os novos frutos, para início da colonização (Baker *et al.*, 1992b, Mathieu *et al.*, 1997a). Mas muitas das vezes é economicamente inviável para que o produtor decida em se fazer o repasse após a colheita, para retirada de uma pequena quantidade de frutos. Outro controle muito usado pelos cafeicultores é o químico, sendo o mais usado e eficiente, o endossulfan. Mas o controle químico pode contribuir

sobremaneira para o desequilíbrio e poluição do meio ambiente, além de onerar o custo de produção, reduzir a população dos inimigos naturais e provocar o surgimento de populações resistentes da praga (Brun *et al.*, 1989; Gingerich *et al.*, 1996).

A amostragem dos frutos do cafeeiro para estimar a infestação da broca-do-café na lavoura, visando a tomada de decisão, é onerosa devido a necessidade de mão-de-obra e, principalmente, pelo tempo gasto na contagem dos frutos. Na amostragem convencional, um mínimo de 100 frutos por talhão deve ser contado a fim de obter o percentual de frutos brocados. Já na amostragem seqüencial, 10 frutos por ramo em 5 ramos por planta devem ser avaliados, a fim de chegar à decisão de controle ou não. Medidas de controle são recomendadas quando a infestação atingir um nível entre 3 e 5%, dependendo se o preço do café estiver alto ou baixo, respectivamente (Baker, 1989,1999; Souza & Reis, 1997; Bianco, 2000).

1.3. Semioquímicos

Com relação à broca, a melhoria da qualidade dos cafés brasileiros passa, necessariamente, pela adoção de táticas alternativas de controle, como o uso de armadilhas com semioquímicos, para captura massal e monitoramento dessa praga. Os semioquímicos são voláteis emitidos por algum hospedeiro, como um inseto ou planta, que provocam uma resposta a um receptor, geralmente um outro inseto. Estes semioquímicos mediam os insetos para alimentação, agregação ou acasalamento entre as espécies (Wood, 1982; Howse *et al.*, 1998).

Um dos primeiros relatos da atratividade da broca a semioquímicos voláteis ocorreu na década de 60 (Prates, 1969), quando se demonstrou que a fêmea da broca era atraída por extratos de frutos verdes e maduros do café.

No início da década de 70, descobriu-se, através da cromatografia gasosa, que o etanol (=álcool etílico) era o principal semioquímico volátil atrativo aos escolitídeos pragas florestais, e que o metanol (=álcool metílico) poderia também ser um atrativo, dependendo de sua concentração (Moeck, 1970; Cade *et al.*, 1970). Mas desde o século XIX já se tem relatos da atratividade da madeira seca ou em decomposição, ou de material fermentado, a estes escolitídeos pragas (Moeck, 1970). A partir de então, outros estudos levaram a mais evidências e à identificação de novos atraentes à broca

(Giordanengo *et al.*, 1992; Mathieu *et al.*, 1996,1997b,1998,2001; Ortiz *et al.*, 2004), sendo alguns posteriormente testados com sucesso em armadilhas para captura da broca, como benzaldeído e salicilato de metila (Lima *et al.*, 2004).

1.4. Armadilhas

Com a elaboração das armadilhas de funis múltiplos (Lindgren, 1983) para captura de escolitídeos pragas, um grande avanço no manejo e controle destas pragas florestais foi adotado (Berti Filho & Flechtmann, 1986; Tunset *et al.*, 1988; Flechtmann & Gaspareto, 1997; Flechtmann *et al.*, 2000). Mas somente na década de 90 é que as armadilhas para captura de broca-do-café foram sendo desenvolvidas. Mendoza-Mora *et al.*, 1993a,b, foram pioneiros a testar a atratividade visual e olfativa da broca a misturas do etanol e metanol, em proporções de 1:1 e 1:3, e a captura em armadilhas de funis múltiplos, demonstrando ter um efeito sinérgico a mistura dos dois álcoois. Verificaram que a broca é atraída por frutos vermelhos em comparação com verdes ou secos. A partir de então, vários foram os trabalhos que mostraram que a broca-do-café é atraída e capturada em armadilhas contendo semioquímicos (Gutiérrez-Martínez *et al.*, 1993; Gutiérrez-Martínez & Ondarza, 1996; Borbón-Martinez *et al.*, 2000; Cárdenas, 2000; Gonzáles & Dufour, 2000; Villacorta *et al.*, 2001; Dufour, 2002a; Saravanan & Chozan, 2003, Barrera *et al.*, 2004,2005; Fernández & Cordero, 2005).

As armadilhas com atraentes tem sido amplamente usadas no monitoramento de pragas, visando à obtenção do nível de intensidade da praga na cultura. Isso faz com que haja uma redução de gasto no tempo de avaliação da praga, na aplicação de inseticidas e no custo de produção, consequentemente. Pode-se, também, determinar o momento certo da fase de trânsito, época em que o controle da broca é mais eficiente (Souza & Reis, 1997; Villacorta *et al.*, 2001; Dufour, 2002b; Bacca, 2006) e com menor custo (Mathieu *et al.*, 1999; Borbón-Martinez *et al.*, 2000; Cárdenas, 2000; Saravanan & Chozhan, 2003; Barrera *et al.*, 2004).

A vantagem do monitoramento com as armadilhas com semioquímicos é a rápida detecção do inseto, mesmo que em baixa densidade populacional, que está emergindo ou migrando para dentro da área, diferentemente de outros métodos de amostragem. Isto pode ser um sinal de alerta para dar início

ou não ao controle (Wall, 1989) antes que a praga atinja o nível de dano econômico (Higley & Pedigo, 1998).

A correlação positiva entre o número de adultos capturados em armadilhas, com a população existente na cultura, pode ser um fator preponderante na tomada de decisão para o controle da praga, uma vez que o número de insetos nas armadilhas pode significar a real população no campo (Mathieu *et al.*, 1999; Asaro & Berisford, 2001; Asaro *et al.*, 2004).

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram (i) testar a hipótese de que a captura em armadilhas tipo “IAPAR” contendo semioquímicos, reflète a população da broca na lavoura e, conseqüentemente, seu dano; (ii) obter um nível de ação para a broca-do-café usando as armadilhas iscadas com semioquímicos; (iii) estudar o comportamento de emergência e broqueamento dos frutos pela broca durante a entressafra, em frutos localizados na planta e no solo e (iv) verificar se a captura de outras espécies de escolitídeos interfere na tomada de decisão no controle da broca-do-café.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição das áreas experimentais

Os experimentos foram realizados em lavouras com alta infestação de broca, localizadas na região de Viçosa (20°45'36"/42°52'42"), Minas Gerais, altitude de 670m do nível do mar, de abril/2005 até março/2006, diferenciadas na localização, tamanho, variedade e espaçamento, como mostrado abaixo:

Variedade	Espaçamento (m)	Ano de Plantio	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Número de armadilhas	Área exper. (ha)
1- Catuaí	2,70 x 0,70	1990	20°48.407'	42°52.925'	737	20	1,0
2- Catuaí	3,50 x 0,70	1992	20°43.569'	42°51.500'	669	20	1,0
3- Conilon	3,0 x 0,90	1997	20°44.918'	42°50.608'	678	6	0,3
4- Catuaí	2.70 x 0,90	2000	20°46.595'	42°49.923'	704	15	0,75

A lavoura de Conilon possui somente 6 armadilhas em função da área ser reduzida, com somente 0,3ha. Todas as lavouras estão distantes aproximadamente entre 5 e 15Km de cada uma.

3.2. Armadilhas

As armadilhas foram confeccionadas com garrafas plásticas de refrigerante tipo "Pet" de 2L (modelo IAPAR), com uma janela aberta lateralmente, dentro da qual se pendurava o vidro liberador com os semioquímicos (Figura 1A), para entrada e captura da broca em água com detergente a 5% no fundo da garrafa. As armadilhas foram pintadas de vermelho com lata de tinta spray, para maior atração da broca (Mendoza-Mora *et al.*, 1993a,b; Mathieu *et al.*, 1997a, Gonzáles & Dufour, 2000). Foi adotada uma densidade de 20 armadilhas/ha, estando espaçadas de 22m entre cada uma (Gutierrez & Ondarza, 1999; Velasco *et al.*, 1999; Villacorta *et al.*, 2001; Dufour, 2002; Barrera *et al.*, 2004; Lima *et al.*, 2004). As armadilhas foram fixadas na planta do café a 1,50m de altura do solo (Barrera *et al.*, 2005; Fernández & Cordero, 2005). Em cada linha, as armadilhas tiveram o lado da abertura da janela virado em direções opostas. Numa linha contendo de 3 a 5 armadilhas, a abertura da mesma foi virada para um lado, a outra linha teve as aberturas das armadilhas viradas contra as anteriores, e vice-versa. Isso foi

feito pelo fato de que, o sucesso do uso de armadilhas contendo semioquímicos e feromônios está diretamente relacionado com a pluma de odor emanada pela armadilha a qual o inseto se orientará para alcançar a fonte (Lindgren *et al.*, 1983; Flechtmann *et al.*, 2000; Bacca *et al.*, 2006). Sendo que, na cultura do café, as linhas ou ruas podem ter a função de barreira física para odores, ventos, entre outros, ou distribuir a pluma de odor a distâncias maiores ao longo das ruas (Bacca *et al.*, 2006).



Figura 1. Armadilha “IAPAR” modificada (A) e detalhe do vidro liberador do semioquímico acoplado à armadilha (B).

3.3. Atraentes

Os atraentes usados como semioquímicos para atração das fêmeas da broca-do-café foram álcool etílico absoluto 99,9% (etanol) e álcool metílico absoluto 100% (metanol) na proporção de 1:3, com adição de benzaldeído a 1% (Merck 99,5%, redistilado) do volume, por esse composto ter um bom grau de sinergismo em mistura com os álcoois.

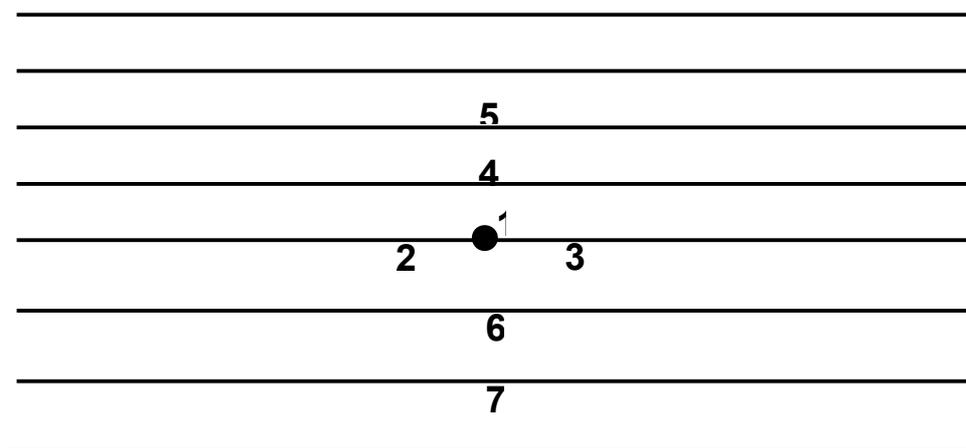
3.4. Liberador

A mistura dos compostos foi colocada em recipientes de vidro (liberadores) de 10mL, nos quais dois tubos de metal de 1,2mm de diâmetro e um centímetro de comprimento foram inseridos na tampa de borracha dos recipientes (Figura 1B). Em laboratório, com temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$, a liberação do semioquímico atingiu um valor médio de 98mg/dia, conforme dados observados por Lima *et al.*, 2004 de que esta é uma taxa ótima para atração da broca-do-café.

3.5. Coleta dos dados

3.5.1. Avaliação da intensidade de ataque nos frutos do café

Sete ramos foram marcados em sete plantas, sendo um por planta, situados numa simetria pré-definida ao redor de cada armadilha. A armadilha foi acoplada à planta onde se situava o ramo um. Os ramos dois e três eram localizados à esquerda e à direita da planta com a armadilha, respectivamente, afastados 5m da mesma. Os ramos quatro e cinco foram localizados uma e duas ruas paralelas à rua onde se encontrava a planta com armadilha, respectivamente, e os ramos seis e sete, colocados uma e duas ruas paralelas à linha da planta com armadilha, respectivamente, opostos aos ramos quatro e cinco (Esquema 1). Os ramos eram marcados com fita “zebrada” amarela e preta, sendo estes mesmos ramos amostrados a cada avaliação. Na amostragem, foram contados 20 frutos nas lavouras de Catuaí e 25 frutos na lavoura de Conilon. A cada duas semanas, o número de frutos broqueados foi contado nas lavouras de Catuaí, sem removê-los da planta. A lavoura de Conilon teve as amostragens coletadas semanalmente em função da área ser reduzida. A amostragem foi encerrada quando 100% dos frutos foram infestados ou caíram ao solo.



Esquema 1- Distribuição dos ramos marcados nas plantas ao redor da armadilha.

3.5.2. Avaliação das capturas

O conteúdo das armadilhas era retirado a cada 15 dias nas três lavouras de Catuaí e semanalmente na lavoura de Conilon. A água com detergente e os insetos no fundo era recolhida em um recipiente plástico de 250mL e trazida para o Laboratório de Feromônios do Departamento de Biologia Animal-UFV para identificação das brocas. Isso era feito com microscópio-estereoscópicos, pois a mistura de semioquímicos, também, atraía outras espécies de Scolytinae, semelhantes a *H. hampei*. O número total de brocas e outros escolítídeos era anotado, para comparar-se a infestação da broca nos frutos da lavoura.

3.5.3. Avaliação da emergência da broca e broqueamento de frutos durante a entressafra

Um segundo experimento foi conduzido em duas das quatro lavouras experimentais, para se verificar o comportamento de infestação e emergência do fruto de café na entressafra, utilizando recipientes plásticos de 250mL. Vinte frutos não broqueados e secos foram colocados em cada um dos dois copos plásticos. Um fixado na planta a 1,50m e o outro no chão, embaixo da saia da planta de café. Ambos foram mantidos abertos para verificação semanal do broqueamento desses frutos sadios, no chão e na planta. Em outros dois copinhos, foram colocados 20 frutos secos broqueados, para verificação da emergência da broca. No total foram colocados 40 recipientes plásticos em 10

plantas por lavoura, sendo dois recipientes na planta, um aberto com 20 frutos não broqueados e um fechado com 20 frutos broqueados, e dois recipientes no solo, um aberto com 20 frutos não broqueados e um fechado com 20 frutos broqueados (Figura 2). Os recipientes com frutos brocados foram fechados com uma tela de “organza” para que as brocas emergidas pudessem ser contadas. Semanalmente, o número de frutos broqueados e de brocas emergidas era anotado, sendo estes eliminados após cada avaliação. Outros 20 frutos sadios eram colocados, quando os 20 iniciais estavam todos broqueados. Isso ocorreu até meados de dezembro/2005 quando as plantas de café tinham frutos com tamanho mínimo para a broca colonizar e, assim, dar início às amostragens novamente.



Figura 2- Copinhos contendo frutos brocados e não brocados na planta (A) e no solo (B).

3.5.4. Análises Estatísticas

Calcularam-se as médias e os erros padrões dos dados das coletas de adultos da broca-do-café nas armadilhas, das intensidades de infestação em termos de percentagem de frutos brocados. Também se calcularam, em cada lavoura, os números médios de frutos brocados verdes, maduros, secos e totais/ramo. Utilizando-se estes dados confeccionaram-se curvas de flutuação populacional de adultos de *H. hampei* capturados em armadilhas com mistura de álcoois e de frutos brocados nos ramos do cafeeiro como também dos estádios dos frutos em cada lavoura. Os dados de coleta de adultos da broca do café em cada área foram submetidos à análise de regressão e correlação de Pearson (r) em função da percentagem de frutos brocados para verificar se a captura dos adultos nas armadilhas refletia a população da broca-do-café na lavoura. Durante e após as capturas, os dados de broqueamento dos frutos em função da captura de adultos em armadilhas, forma submetidos à análise de regressão usando-se o modelo Plateau a $p(0,05)$. Posteriormente, usando-se este modelo, estimou-se o número de adultos/armadilha/quinzena usando-se os níveis de controle de 3 e 5%. Visto que estas percentagens de broqueamento correspondem aos níveis de controle usados para tomada de decisão de controle, quando o preço do café está alto ou baixo, respectivamente. Para análise dos dados do número de outros escolitídeos capturados nas armadilhas, foi feita correlação de Pearson (r) entre captura dos outros escolitídeos e infestação da broca nos frutos do café, depois foi feita a correlação do número total de broca e outros escolitídeos com a infestação da broca nos frutos do cafeeiro.

3.6. Dados meteorológicos

Os dados de precipitação (mm) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da região foram coletados junto à estação de meteorologia da Universidade Federal de Viçosa, desde o início do experimento em abril de 2005, até fevereiro de 2006 (Figuras 10 e 11).

4. RESULTADOS

4.1. Flutuação populacional da broca-do-café

4.1.1. Lavoura 1. Desde o início do experimento esta lavoura era a mais infestada pela broca-do-café, chegando na colheita com mais de 80% de frutos broqueados. Foi coletado de abril/2005 a março/2006 um total de 421.752 brocas em 20 armadilhas em 1ha. O número de insetos aumentou a partir de setembro de 2005, quando a colheita já estava terminando e todos os frutos broqueados estavam secos. Em outubro, a infestação atingiu 100% dos frutos. A captura atingiu mais de 9.000 brocas/armadilha, em 15 dias (total de 235.790 brocas nas 20 armadilhas). O menor pico se deu de março a julho de 2005, quando ainda se observava frutos de todos os estádios, sendo que a maioria dos broqueados estavam maduros (Figura 3). Nesta fase, as fêmeas de *H. hampei* estavam ainda colonizando e perfurando os frutos para ovipositar. Verificou-se correlação positiva e significativa entre a captura de adultos e o broqueamento de frutos até 112 dias após a captura dos adultos ($r = 0,34$; $p < 0,0001$) (Tabela 1).

4.1.2. Lavoura 2. Nesta área, o número de indivíduos da broca foi maior em novembro, com 56.017 brocas e uma média de 2.800 brocas/armadilha. Nesta época, todos os frutos na planta estavam secos, inclusive os broqueados. Nas primeiras avaliações, os frutos estavam na maioria maduros. O total de brocas capturadas entre abril/2005 e março/2006 foi de 100.675 em 20 armadilhas. A captura da broca diminuiu a partir do fim de novembro, inclusive na época de trânsito, que, geralmente, ocorre em janeiro ou fevereiro. Nesta época a infestação atingiu 100% dos frutos avaliados (Figura 4). Verificou-se correlação positiva e significativa entre a captura de adultos e broqueamento de frutos até 126 dias após a captura dos adultos ($r = 0,29$; $p = 0,0330$) (Tabela 1).

4.1.3. Lavoura 3. Nesta lavoura, o número de indivíduos da broca capturada começou a aumentar a partir do final de agosto, após algumas chuvas na região, chegando a coletar 3.330 brocas/armadilha em uma semana (total de 19.778 brocas) de novembro, com a captura de 32.060 brocas. Nesta época, todos os frutos broqueados estavam secos. Nas primeiras avaliações, a maioria dos frutos broqueados estava maduro, com alguns ainda verdes. Um

total de 63.493 brocas foi capturado entre julho/2005 e março/2006. Verificou-se correlação positiva e significativa entre a captura de adultos e a broqueamento dos frutos até 56 dias após a captura dos adultos ($r = 0,31$; $p = 0,0216$) (Tabela 1). A partir de então, os frutos atingiram 100% de infestação nos ramos e a captura oscilava durante cada avaliação (Figura 5).

4.1.4. Lavoura 4. Apesar de apenas seis avaliações de infestação terem sido feitas nesta área (a primeira em 7 de outubro/2005), verificou-se correlação significativa entre a captura e infestação da broca nos frutos ($p < 0,0001$) (Tabela 1). Apesar das primeiras capturas da broca ter sido no final de outubro, as primeiras avaliações de infestação dos frutos tiveram início em janeiro/2006 quando a maioria dos frutos estava em tamanho mínimo para amostragem. As primeiras capturas tiveram maior número de indivíduos, com pico em novembro/2005 (22.711 brocas em 15 armadilhas), e começou a diminuir gradativamente a partir de dezembro (Figura 6). De outubro/05 a abril/06 foram coletadas 40.640 brocas.

4.2. Avaliação da emergência e broqueamento na entressafra. No experimento feito para avaliar a emergência e broqueamento dos frutos na entressafra, as áreas tiveram diferenças na época do pico de infestação dos frutos e na emergência do adulto. Entretanto, os resultados foram o mesmo quando comparados a emergência e a infestação da broca em frutos na planta e no solo, em ambas as lavouras. A lavoura 1, apresentou maior número de frutos broqueados na planta que no solo, e coincidiu com o pico de captura dos adultos na lavoura, entre setembro e novembro/2005. Poucas fêmeas emergiram dos frutos da planta. No solo, a emergência de adultos da broca chegou a picos de 73 brocas em um fruto, e o broqueamento dos frutos não passou de 15%, comparado com 45% de frutos broqueados na planta (Figura 8).

Na lavoura 2, os maiores picos de emergência da broca de frutos na planta foram em setembro, chegando a 51 adultos emergidos de um fruto, em uma semana. No chão, a emergência da broca foi maior que na planta, devido à temperatura alta na parte aérea da planta. O broqueamento dos frutos foi maior na planta do que no chão, chegando a quase 50% de frutos broqueados, comparado a 17% daqueles no solo (Figura 9).

4.3. Captura de outros escolitídeos. Nas lavouras 2 e 3, verificou-se correlação significativa entre a captura de *H. hampei* e de outros escolitíneos. Entretanto, tal correlação não foi observada nas lavouras 1 e 4. Verificou-se em todas as quatro lavouras correlação significativa entre a captura de *H. hampei* nas armadilhas e o total de escolitíneos capturados (Tabela 2).

4.4. Nível de ação para a broca-do-café. Verificou-se que até uma captura de 110 adultos de *H. hampei*/armadilha/quinzena, houve um significativo aumento no percentual de frutos brocados. Não se verificou relação entre estas duas variáveis (Figura 7). Verificou-se que, para os níveis de controle de 3 (alto valor da produção) e 5% (baixo valor da produção) de frutos brocados, o nível de controle correspondeu a cerca de 4 e 7 adultos capturados/armadilha/quinzena (Tabela 3).

5. DISCUSSÃO

Os dados obtidos nesta pesquisa sugerem que o monitoramento da broca-do-café, usando armadilhas com atraentes, deve ter início a partir de julho ou agosto, quando das brocas começam a emergir durante a colheita, devido às primeiras chuvas e ao aumento da temperatura, à procura de frutos remanescentes na lavoura (Baker *et al.*, 1992b; Mathieu *et al.*, 1997a). Verificou-se grande captura nas lavouras, sendo de 421.752, 100.675, 63.493 e 40.640 nas lavouras 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Se olharmos somente a lavoura 1, este número representaria ao início da nova frutificação, um total de mais de 31 milhões de brocas se considerarmos uma média de 70 ovos por fêmea, o que levaria a um prejuízo imensurável (Mathieu *et al.*, 1999). Mas certamente este número seria muito menor, devido à mortalidade natural durante o ciclo de vida da praga (Baker *et al.*, 1992a, Baker *et al.*, 1994).

O uso das armadilhas nas áreas pode gerar um “mapa” de infestação com pontos de maior e menor coleta. Isso pode facilitar o controle localizado da praga, reduzindo o gasto com inseticida e mão-de-obra, através da pulverização ou eliminação somente daquelas plantas mais infestadas ao redor das armadilhas que coletavam um grande número de broca, resultado, também, observado e sugerido por Mathieu *et al.*, 1999, e Cárdenas, 2000.

O pico de captura nas armadilhas, de meados de setembro de 2005, o maior número de indivíduos em outubro e novembro e a queda nesses valores após este período, inclusive na época de trânsito que pode adiantar ou atrasar, conforme as condições do clima (Souza & Reis, 1997), pode ser em função das frequentes chuvas nesta época (Baker *et al.*, 1992b) (Figura 11).

O fato da lavoura de Conilon apresentar um maior ataque pela broca-do-café, provavelmente ocorre em função do maior teor de cafeína nos frutos desta espécie (Benassi & Carvalho, 1989; Gutiérrez-Martinez *et al.*, 1995a). Na lavoura 4, que teve sua montagem após a colheita, em outubro de 2005, somente continha frutos verdes chumbinhos, ainda sem condições de avaliação. Os frutos broqueados eram na maioria maduros ou secos em todas as lavouras, exceto na lavoura 4, fato já evidenciado por vários autores com relação à preferência da broca (Giordanengo *et al.*, 1993; Mendoza-Mora *et al.*, 1993a,b; Mathieu *et al.*, 2001).

Verificou-se relação entre a intensidade de ataque de *H. hampei* e a captura de adultos. A captura de adultos teve relação tanto do ataque que

acontece na lavoura no momento de captura, como também na previsão de ataques futuros. Este fato coincide com a pesquisa de Mathieu *et al.* (1999), que verificaram correlação entre captura e infestação, mas em uma lavoura onde se partiu de uma infestação em três plantas localizadas em um ponto da área experimental, usando armadilhas de funis múltiplos de Lindgren. A captura de machos da mariposa praga de pinus, *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidoptera: Tortricidae), nas armadilhas com feromônio sintético mostrou correlação com a densidade populacional e dano nos brotos das plantas pela praga (Asaro & Berisford, 2001). Faccoli & Stergule (2004), usando armadilhas contendo feromônio, obtiveram uma correlação positiva entre a captura de *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae), e o volume de madeira perdido devido ao dano deste escolítídeo. A captura de machos do bicho-mineiro do cafeeiro, com armadilhas contendo feromônio, e o número de ovos colocados nas folhas do café, mostraram correlação positiva (Bacca, 2006).

Dados inéditos de nível de controle foram obtidos, usando armadilhas contendo mistura de atraentes. Na média das 4 lavouras, obteve-se um nível de ação de 4 brocas/armadilha/quinzena, quando o preço do café estiver alto, e 7 brocas/armadilha/quinzena, quando o preço do café estiver baixo. Estes dados são importantes na detecção do momento certo do início de um controle imediato e eficiente da praga, pois a partir destes números de adultos/armadilha, o dano econômico é quase certo.

O comportamento da broca na entressafra provou ser muito peculiar com relação à procura pelo hospedeiro, sendo mais escasso nesta época, para ovipositar ou usar de abrigo e esperar a próxima frutificação das plantas de café. Ambas as lavouras tiveram mesmo resultado de frutos broqueados na planta, com uma média de 25% de infestação. Mas os picos foram diferentes com relação à época de ocorrência. Na lavoura 1, o primeiro e maior pico aconteceu no final de setembro chegando a 45% de infestação. Depois, em novembro e início de dezembro. E na lavoura 2, o primeiro pico foi em outubro e depois, semelhante à lavoura 1, em novembro, sendo o maior pico ocorrendo no início de dezembro, atingindo 45% de infestação. Estes picos aconteceram logo após o início das chuvas na região, sendo que em um dia o total de chuva foi de 56,3mm, elevando então a umidade máxima para próximo dos 100%. A partir de então, a temperatura máxima passou dos 18-20°C para cerca de 29°C

(Figura 10). Segundo Baker *et al.* (1992b), a temperatura ótima para a emergência da broca é a partir de 25°C e umidade acima de 93%, ou abaixo de 30%. Wermelinger & Seifert (1999), também encontraram que, para o escolitídeo *I. typographus*, a temperatura ideal para atividades de acasalamento e oviposição foi de 28,9°C. No solo, o broqueamento foi menor, não passando de 15% em ambas lavouras. Segundo Barrera *et al.* (2005), as brocas tendem a voar mais alto após a colheita, talvez em função da corrente de ar presente a alturas superiores a 2,5m que ajudam na dispersão da praga pela lavoura ou para lavouras vizinhas. Mas a época do pico de infestação foi semelhante aos frutos na planta, tendo sido registrado no início de outubro e meados de novembro, razões mesmas concluídas na infestação dos frutos na planta.

A emergência da broca foi baixa na planta em ambas as lavouras, devido à alta temperatura que os frutos atingem sob os raios solares. Já no solo, a média de adultos emergidos por semana chegou a 12/recipiente com 20 frutos na lavoura 2 e a 10/recipiente na lavoura 1. Os picos de emergência foram diferentes entre as áreas, sendo que na lavoura 1 a emergência se deu em meados de outubro e novembro, e na lavoura 2, no início de outubro e início de dezembro. A hipótese pode ser devido à maior infestação da lavoura 1. Este experimento é o primeiro realizado comparando a emergência da broca no solo e na planta, dados que explicam a captura durante a entressafra.

As plantas do cafeeiro representam uma barreira para a dispersão do semioquímico. A infestação da broca entre os ramos dessa planta mostrou que, quanto mais perto do liberador, maior é a infestação nos frutos, isso ocorrendo pelo fato do semioquímico liberado depender da corrente de ar, da taxa de liberação e do formato da armadilha, para que a pluma de odor se disperse homoganeamente na área (Lindgren *et al.*, 1983; Flechtmann *et al.*, 2000; Bacca *et al.*, 2006).

Dentre as espécies de outros escolitídeos capturados com maior frequência nas armadilhas, as mais comuns eram *Xyleborus* spp. e *Spermophthorus apuleiae* Costa Lima. A “falsa broca”, *Hypothenemus obscurus* (Fabricius), foi encontrada em algumas das coletas em todas as lavouras. Segundo Souza & Reis (1997), este inseto somente perfura a casca do fruto de café, sem, no entanto, perfurar o endosperma da semente, alimentando-se somente da polpa do fruto bem seco. Vale lembrar que, na

região de Viçosa existem matas nativas com diversidade de espécies arbóreas, que certamente são hospedeiros para outros coleópteros da sub-família dos escolitíneos, motivo do qual eram atraídos pela mistura dos atraentes das armadilhas. Mas este número foi insignificante para gerar uma interpretação errada dos números de coleta, podendo o cafeicultor considerar como broca-do-café toda a amostra capturada. Mas devemos ressaltar que, esta afirmação vale a partir do aumento da captura da broca, ou seja, a partir de setembro ou outubro, sendo que, quando a captura estava muito baixa, entre março e agosto, muitas das vezes o número de outros escolitíneos era maior do que da broca-do-café. Mas nesta época não se toma nenhuma decisão de controle da broca. Portanto, qualquer resultado de captura neste período, no que diz respeito à espécie capturada, não se toma nenhuma decisão.

6. CONCLUSÕES FINAIS

- O nível de controle para broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, utilizando armadilhas “IAPAR”, é de 4 ou 7 adultos/armadilha/quinzena quando o preço do café for alto ou baixo, respectivamente;

- Houve correlação positiva entre captura de adultos de *H. hampei* em armadilhas “IAPAR” (mistura de etanol:metanol na proporção de 1:3 mais benzaldeído a 1% do volume) e a infestação desta praga nos frutos, inclusive na fase de trânsito (setembro a novembro/2005);

- O número de outros escolitíneos capturados nas armadilhas não interfere na interpretação dos dados para tomada de decisão de controle da broca-do-café;

- O uso dessas armadilhas constitui uma ferramenta promissora em sistemas de tomada de decisão de controle da broca-do-café na cultura do café.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. 2006:** Anuário da Agricultura Brasileira. FNP: São Paulo, 504p.
- ASARO, C. & BERISFORD, C.W. 2001.** Predicting infestation levels of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) using pheromone traps. *Environ. Entomol.*, 30: 776-784.
- ASARO, C; CAMERON, R.S.; NOWAK, J.T.; GROSMAN, D.M.; SECKINGER, J.O. & BERISFORD, C.W. 2004.** Efficacy of wing versus delta traps for predicting infestation levels of four generations of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) in the Southern United States. *Environ. Entomol.*, 33: 397-404.
- BACCA, T. 2006.** Monitoramento de *Leucoptera coffeella* com armadilha de feromônio sexual. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 89p.
- BACCA, T.; LIMA, E.R.; PICANÇO, M.C.; GUEDES, R.N.C & VIANA, J.H.N. 2006.** Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. *Entomol. Exp. Appl.*, 119: 39-45.
- BAKER, P.S. 1989.** A sampling plan for a control project against the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in Mexico. *Trop. Pest Man.*, 35: 169-172.
- BAKER, P.S. 1999.** The coffee berry borer in Colombia. DFID-Cenicafé-CABI Bioscience, 148p.
- BAKER, P.S.; JACKSON, J.A.F. & MURPHY, S.T. 2002.** Natural Enemies, Natural Allies. The Commodities, Cali, Colombia, 130p.
- BAKER, P.S.; BARRERA, J. & RIVAS. A. 1992a.** Life history studies of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, Scolytidae, on coffee trees in Southern México. *J. Appl. Ecol.*, 29: 656-662.
- BAKER, P.S.; LEY, C.; BALBUENA, R. & BARRERA, J.F. 1992b.** Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries. *Bull. Entomol. Res.*, 82: 145-150.
- BAKER, P.S.; RIVAS, A.; BALBUENA, R.; LEY, C. & BARRERA, J.F. 1994.** Abiotic mortality factors of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). *Entomol. Exp. Appl.*, 71: 201-209.

- BARRERA, J.F.; HERRERA, J. & VALLE, J. 2005.** Efecto de la altura de la trampa en la captura de la broca del café: implicaciones en dispersión y muestreo. *Entomol. Mex.*, 4: 542-546.
- BARRERA, J.F.; VILLACORTA, A. & HERRERA, J. 2004.** Fluctuación estacional de las capturas de la broca del café *Hypothenemus hampei* con trampas de etanol-metanol e implicaciones sobre el número de trampas. *Entomol. Mex.*, 3: 540-544.
- BARRERA, J.F.; VILLACORTA, A. & HERRERA, J.; GARCIA, H & CRUZ, L. 2004.** Aplicación de trampas para el muestreo de la broca del café en México. *In: Workshop Internacional sobre o Manejo da Broca do Café.* Londrina, PR, Brasil, p.27.
- 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. Tese de Mestrado. Lavras, MG, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 67p.
- BERTI FILHO, E. & FLECHTMANN, C. 1986.** A model of ethanol trap to collect Scolytidae and Platypodidae (Insecta: Coleoptera). *IPEF, Piracicaba*, 34: 53-56.
- BIANCO, R. 2000.** Desenvolvimento e validação de um plano de amostragem sequencial binomial (presença-ausência) para a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). *In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (1.: Poços de Caldas, MG). Resumos expandidos.* Brasília, DF: Embrapa Café; Belo Horizonte: 2v. (1490p.), p. 1279-1282.
- BORBÓN-MARTINEZ, O.; MORA, O.; OEHLISCHLAGER, A.C.; GONZALES, L. 2000.** Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *In: Memorias. XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, San José, Costa Rica.* p. 331-348.
- BRUN, L.O.; MARCILLAUD, C.; GAUDICHON, V.; SUCKLING, D. 1989.** Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. *J. Econ. Entomol.*, 82: 1311-1316.
- CADE, S.C.; HRUTFIORD, B.F. & GARA, R.I. 1970.** *Gnathotrichus sulcatus* (Coleoptera: Scolytidae): identification of a primary attractant isolated from western hemlock logs. *J. Econ. Entomol.*, 63: 1014-1015.

- CÁRDENAS, R. 2000.** Trampas y atrayentes para monitoreo de poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) *In:* Memorias XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, San José, Costa Rica. p. [369-379].
- CURE, J.R.; SANTOS, H.R.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. Bras.*, 27: 325-335.
- DUFOUR, B. 2002a.** Validación de la trampa Brocap[®] para el control de la broca del café. *Boletín de Promecafé*, 93: 14-20.
- DUFOUR, B. 2002b.** Importance of trapping for integrated management (IPM) of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferr. *In:* Recherche et caféiculture, Ed. Cirad.
- ELBIRGIN, N.; POWELL, J.S. & RAGGA, K.F. 2003.** Effect of varying monoterpene concentrations on the response of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) to its aggregation pheromone: implications for pest management and ecology of bark beetles. *Agric. For. Entomol.*, 5: 269-274.
- FACCOLI, M & STERGULE, F. 2004.** *Ips typographus* (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. *J. Appl. Entomol.*, 128: 307-311.
- FERNÁNDEZ, S. & CORDERO, J. 2005.** Evaluación de atrayentes alcohólicos en trampas artesanales para el monitoreo y control de la broca del café, café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Bioagro*. 17: 143-148.
- FERREIRA, A.J. 1998.** Dinâmica populacional da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) em Lavras, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 48p.
- FLECHTMANN, C.A.H. & GASPARETO, C.L. 1997.** A new trap for capturing Scolytidae (Coleoptera), based on primary attraction. *J. Appl. Ent.*, 121: 357-359.
- FLECHTMANN, C.A.H.; OTTATI, A.L.T. & BERISFORD, C.W. 2000.** Comparison of four trap types for Ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Brazilian *Eucalyptus* stands. *J. Econ. Entomol.*, 93: 1701-1707.
- GINGERICH, D.P.; BORSA, P.; SUCKLING, D.M. & BRUN, L.O. 1996.** Inbreeding in the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera:

- Scolytidae) estimated from endosulfan resistance phenotype frequencies. Bull. Entomol. Res., 86: 667-674.
- GIORDANENGO, P.; BRUN, L.O.; FRÉROT, B. 1993.** Evidence for allelochemical attraction of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, by coffee berries. J. Chem. Ecol., 19: 763-769.
- GONZÁLEZ, M.O. & DUFOUR, B.P. 2000.** Diseño, desarrollo y evaluación del trampeo en el manejo de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr. en El Salvador. In: Memorias XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, San José, Costa Rica. p. [381-396].
- GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, A. & ONDARZA, R.N. 1996.** Kairomone effect of extracts from *Coffea canephora* over *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Environ. Entomol., 25: 96-100.
- GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, A.; RIVAS, S.H. & SÁNCHEZ, A.V. 1993.** Trampeo en el campo de la broca del fruto de café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) con los semioquímicos volátiles del fruto de café robusta *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. In: resúmenes XVI Simposio de Caficultura Latinoamericana. Managua, Nicaragua, p. [49-50].
- GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, A.; RIVAS, S.H. & SÁNCHEZ, A.V. 1995.** Efecto de los diferentes extractos de café robusta *Coffea canephora* Pierre ex Froehner sobre la coleta de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae). In: Simpósio sobre Caficultura Latinoamericana (16: 1993: Managua, Nicaragua). Memoria. Tegucigalpa, Honduras: IICA: CONCAFE, v.2, p. [13-19].
- HIGLEY, L.G. & PEDIGO, L.P. 1996.** Economic thresholds for integrated pest management. University of Nebraska Press. p. 328.
- HOWSE, P.E.; STEVENS, I.D.R. & JONES, O.T. 1998.** Insect pheromone and their use in pest management. Chapman & Hall, London, UK, p. 370.
- LIMA, J.O.G.; PEREIRA, J.C.; MIRANDA, P.C.M.L.; VIANA-BAILEZ, A.M.M.; VILLACORTA, A. 2004.** Identificação e atratividade de novos voláteis do café cereja e desenvolvimento de armadilha para a coleta massal da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). In: Workshop Internacional sobre o Manejo da Broca do Café. Londrina, PR, Brasil, p. 27.
- LINDGREN, B.S. 1983.** A multiple funnel traps for scolytid beetles (Coleoptera). Can. Entomol., 115: 299-302.

- LINDGREN, B.S.; BORDEN, J.H.; CHONG, L. FRISKIE, L.M. & ORR, D.B. 1983.** Factors influencing the efficiency of pheromone baited traps for three species of Ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Entomol.*, 115: 303-311.
- MATHIEU, F.; BRUN, L.O.; FRÉROT, B. 1997a.** Factors related with native host abandon by the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). *J. Appl. Entomol.*, 121: 175-180.
- MATHIEU, F.; MALOSSE, C.; FRÉROT, B. 1998.** Identification of the volatile components released by fresh coffee berries at different stages of ripeness. *J. Agri. Food Chem.*, 46: 1106-1110.
- MATHIEU, F.; MALOSSE, C.; CAIN, A.H. & FRÉROT, B. 1996.** Comparative headspace analysis of fresh red coffee berries from different cultivated varieties coffee trees. *J. High Res. Chrom.*, 19: 298-300.
- MATHIEU, F.; BRUN, L. O.; MARCHILAUD, C.; FRÉROT, B. 1997b.** Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae) within a mesh enclosed environment: interaction of olfactory and visual stimuli. *J. Appl. Entomol.*, 121: 181-186.
- MATHIEU, F.; GAUDICHON, V.; BRUN, L.; FRÉROT, B. 2001.** Effect of physiological status on olfactory and visual responses of female *Hypothenemus hampei* during host plant colonization. *Physiol. Entomol.*, 26: 189-193.
- MATHIEU, F.; BRUN, L.O.; FRÉROT, B.; SUCKLING, D. & FRAMPTOM, C. 1999.** Progression in field infestation is linked with trapping of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Col., Scolytidae). *J. Appl. Entomol.*, 123: 535-540.
- MENDOZA-MORA, J.R.; LIMA, J.O.G.; VILELA, E.F. 1993a.** Evaluación de semioquímicos y dos tipos de trampas para la captura de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. *San. Vegetal*, v. 6, p. 31-39.
- MENDOZA-MORA, J.R.; LIMA, J.O.G.; VILELA, E.F. 1993b.** Respuesta a la broca del café, *Hypothenemus hampei* a estímulos visuales y olfativos del fruto de café. *San. Vegetal*, v. 6, p. 31-39.
- MOECK, H.A. 1970.** Ethanol as the primary attractant for the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Entomol.*, 102: 985-995.

- ORTIZ, A.; ORTIZ, A.; VEGA, F. & POSADA, F. 2004.** Volatile composition of coffee berries at different stages of ripeness and their possible attraction to the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). J. Agric. Food Chem., 52: 5914-5918.
- PRATES, H.S. 1969.** Observações preliminares da atração da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867), a extratos de frutos do cafeeiro (cereja e verde). O Solo, 61: 13-14.
- SARAVANAN, P.A & CHOZHAN, K. 2003.** Monitoring and management of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae). Crop Res., 26: 154-158.
- SOUZA, J.C. & REIS, P.R. 1997.** Broca-do-café: histórico, biologia, reconhecimento, prejuízos, monitoramento e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 2ª ed., 40p. (Boletim Técnico, 50).
- TUNSET, K.; NILSSEN, A.C.; ANDRESEN, J. 1988.** A new trap design for primary attraction of bark beetles and bark weevils. J. Appl. Ent., 106: 266-269.
- VILLACORTA, A.; POSSAGNOLO, F.; SILVA, R.; RODRIGUES, P. S. 2001.** Um modelo de armadilha com semioquímicos para o manejo integrado da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no Paraná. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória, ES, p. 2093-2098.
- WALL, C. 1989.** Monitoring and spray timing. p.39-87. In: Jutsum, A.R. & R. F.S.Gordon. Insect Pheromones in Plant Protection. Chichester, John Wiley & Sons, 369p.
- WEGBE, K.; CILAS, C.; DECAZY, B.; ALAUZET, C.; DUFOUR, B. 2003.** Estimation of production losses caused by the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) and calculation of an economic damage threshold in Togolese coffee plots. J. Econ. Entomol. 9: 1473-1478.
- WOOD, D. L. 1982.** The role of pheromones, kairomones, and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. Ann. Rev. Entomol., 27: 411-446.

8. FIGURAS E TABELAS

Tabela 1. Correlações de Pearson (r) e significância pelo teste t entre o número de adultos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) capturados em armadilhas com mistura de álcoois e a percentagem de frutos broqueados nos ramos da planta do cafeeiro em quatro lavouras. Viçosa, MG, 2005/2006.

Dias após a captura dos adultos	Lavoura 1		Lavoura 2		Lavoura 3
	r	p	r	p	r
0	0,44	0,0001	0,49	0,0001	0,41
14	0,36	0,0001	0,48	0,0001	0,30
28	0,30	0,0001	0,38	0,0001	0,21
42	0,49	0,0001	0,44	0,0001	0,37
56	0,43	0,0001	0,29	0,0001	0,31
70	0,39	0,0001	0,37	0,0001	0,27
84	0,38	0,0001	0,36	0,0001	0,21
98	0,34	<0,0001	0,39	0,0001	0,00
112	0,29	0,0015	0,28	0,0190	-
126	0,15	0,0857	0,29	0,0330	-
140	0,05	0,3564	0,20	0,0612	-
154	0,05	0,3732	0,25	0,0586	-
168	0,00	0,5000	0,23	0,1633	-

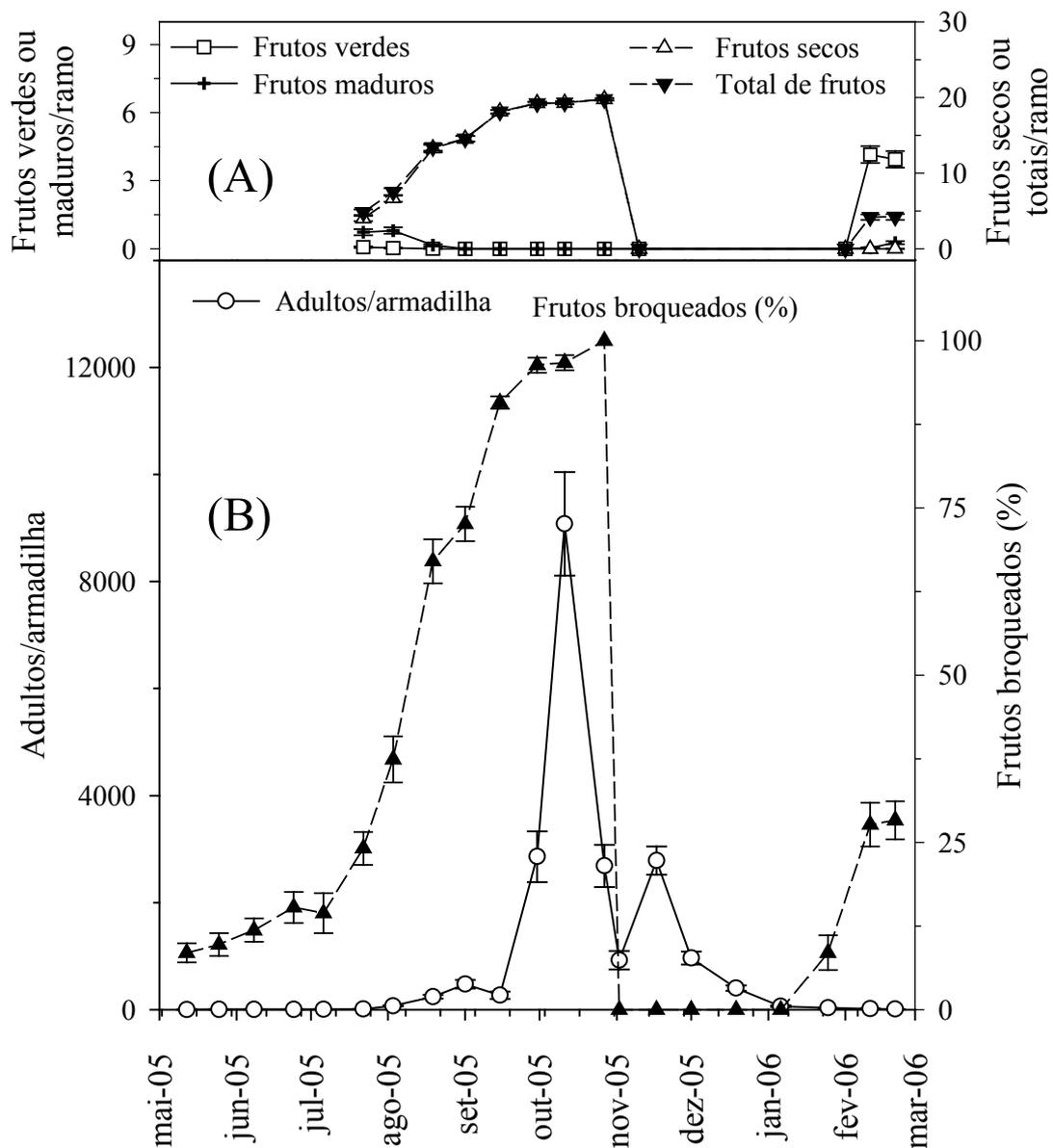


Figura 3. (A) Estádios dos frutos brocados e (B) flutuação populacional de adultos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) capturados em armadilhas com mistura de álcoois e de frutos broqueados nos ramos do cafeeiro na lavoura 1. Viçosa, MG, 2005/2006.

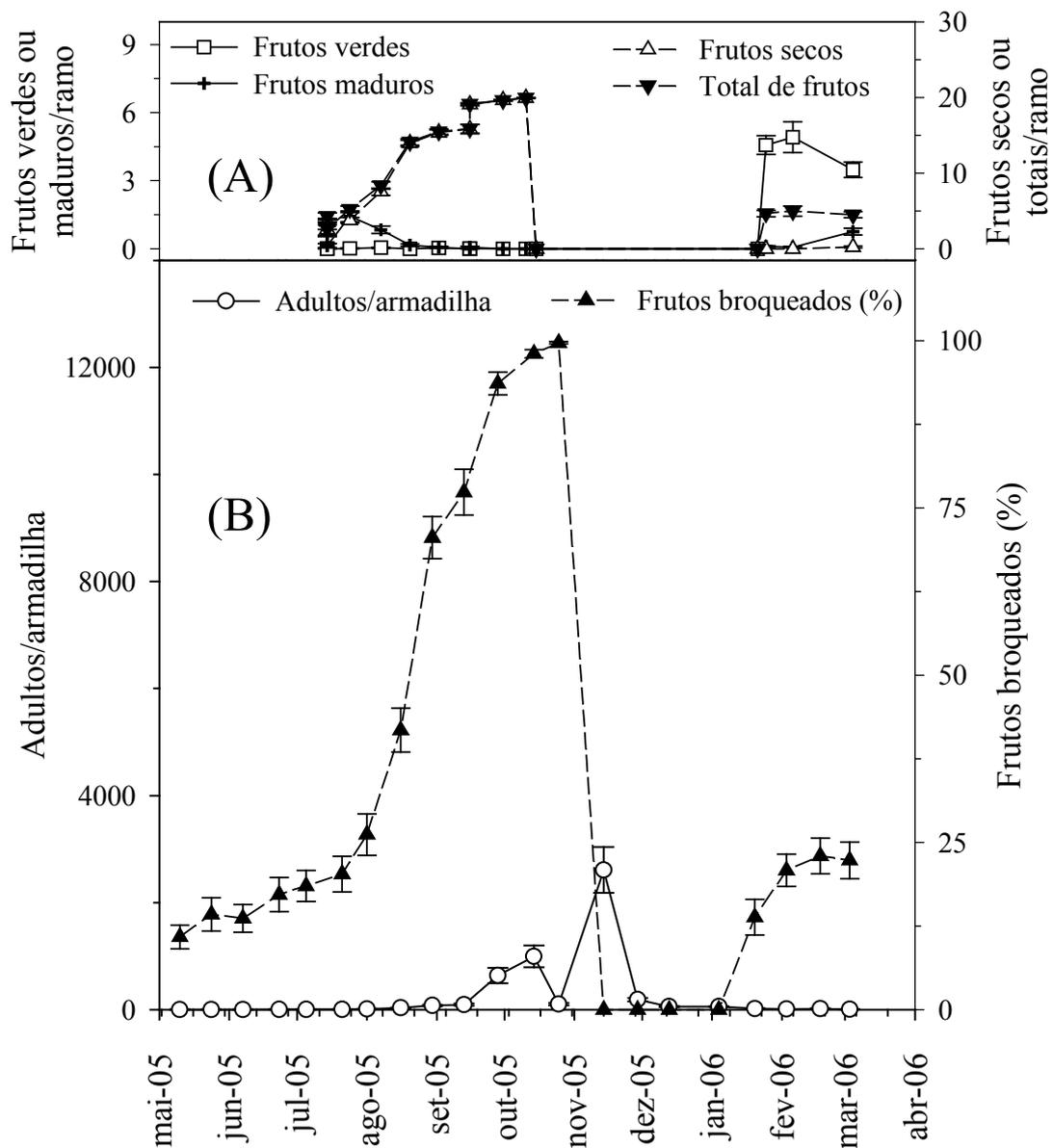


Figura 4. (A) Estádios dos frutos brocados e (B) flutuação populacional de adultos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) capturados em armadilhas com mistura de álcoois e de frutos broqueados nos ramos do cafeeiro na lavoura 2. Viçosa, MG, 2005/2006.

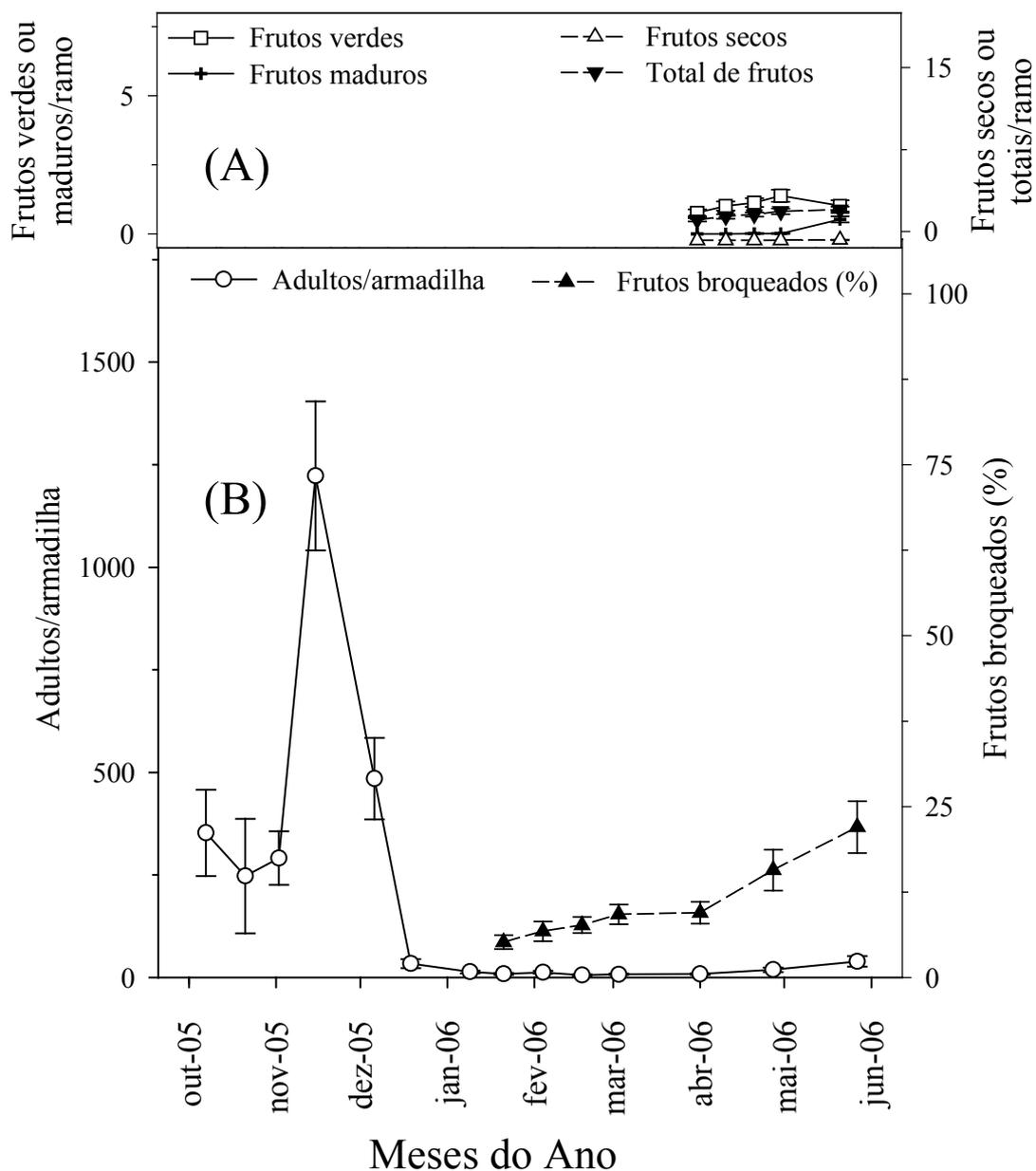


Figura 6. (A) Estádios dos frutos brocados e (B) flutuação populacional do número de adultos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) capturados em armadilhas com mistura de álcoois e da percentagem de frutos broqueados nos ramos da planta do cafeeiro da lavoura 4. Viçosa, MG, 2005/2006.

Tabela 2. Correlações de Pearson (r) entre o número de adultos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) e de outras espécies de Scolytinae capturados em armadilhas com mistura de álcoois e da percentagem de frutos broqueados nos ramos da planta do cafeeiro em quatro lavouras. Viçosa, MG, 2005/2006.

Lavouras	r	t	p
(Outros Scolytinae)			
1	0,00	-0,01	0,5000
2	0,60	15,45	0,0001
3	0,34	4,54	0,0001
4	0,12	1,50	0,0674
(Total de brocas e outros Scolytinae)			
1	1,00	>100	0,0001
2	1,00	>100	0,0001
3	1,00	>100	0,0001
4	1,00	>100	0,0001

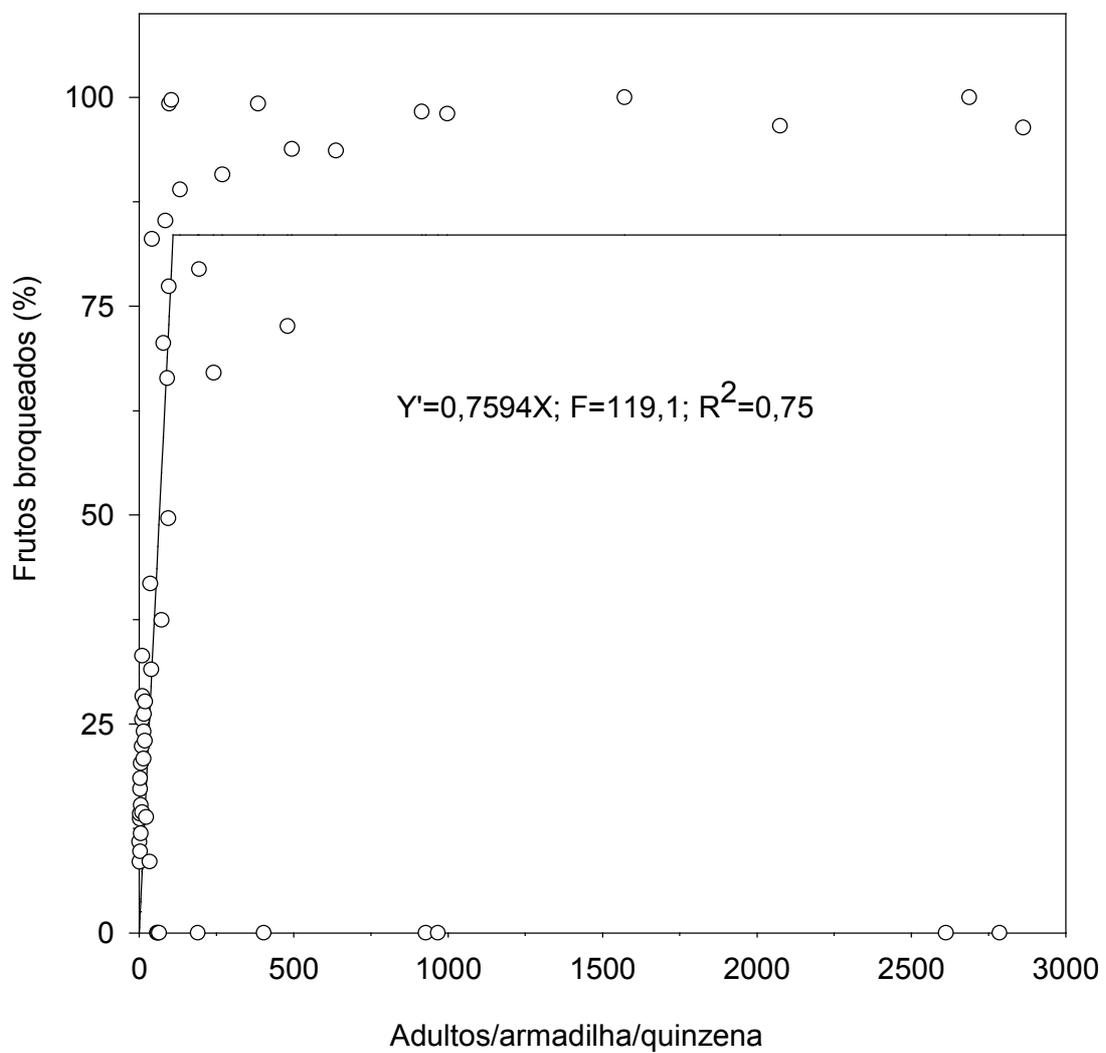


Figura 7. Percentagem de frutos de café broqueados em função do número de adultos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) em armadilhas com mistura de álcoois nas quatro lavouras. Viçosa, MG, 2005/2006.

Tabela 3. Níveis de controle para *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae), baseados no número de adultos coletados em armadilhas com mistura de álcoois, em quatro lavouras de café. Viçosa, MG, 2005/2006.

Valor da produção	Adultos/armadilha/quinzena
Alto	3,95
Baixo	6,58

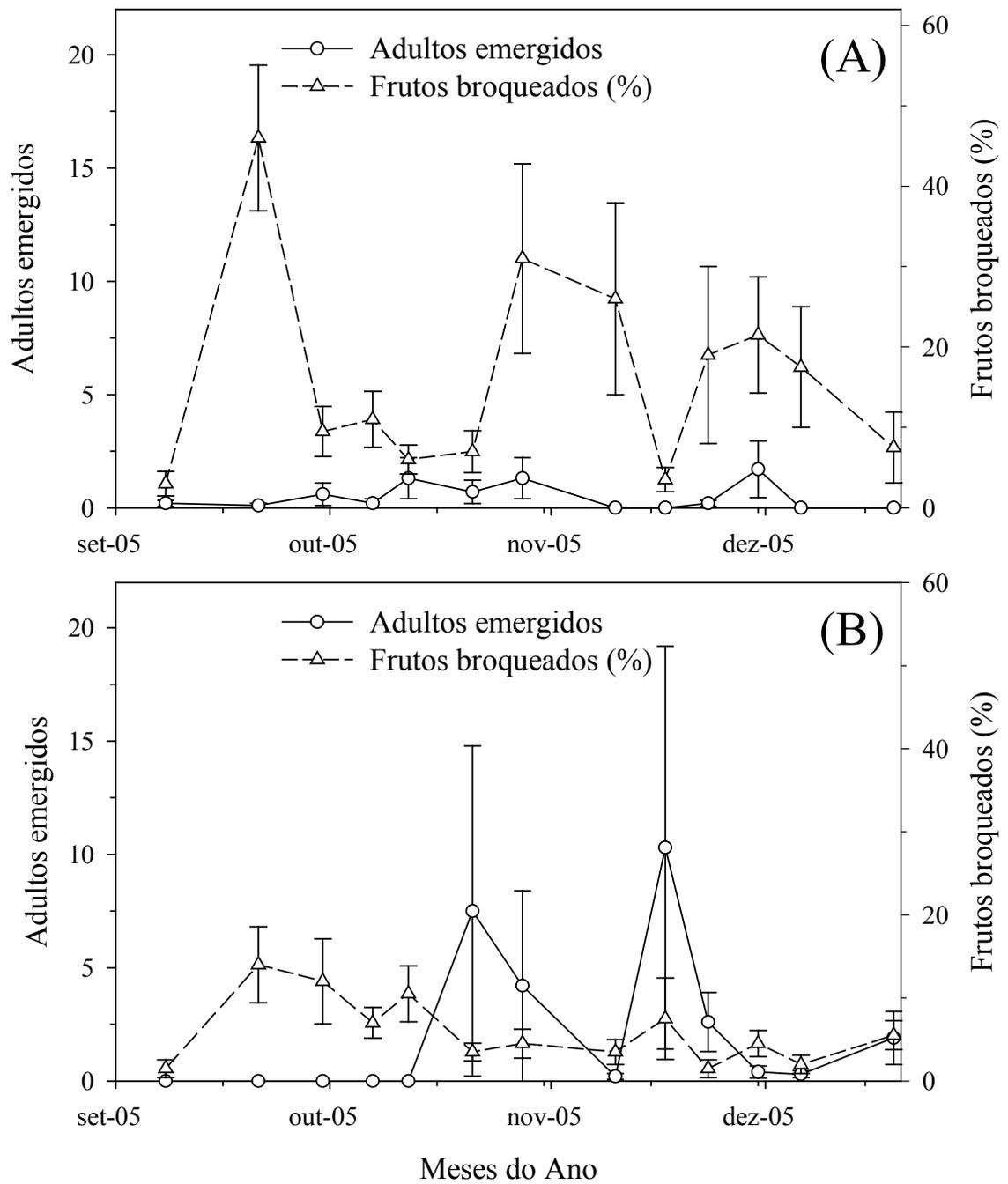


Figura 8. Adultos emergidos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) e frutos de café broqueados (%) na planta (A) e sobre o solo (B) na lavoura 1. Viçosa, MG, 2005.

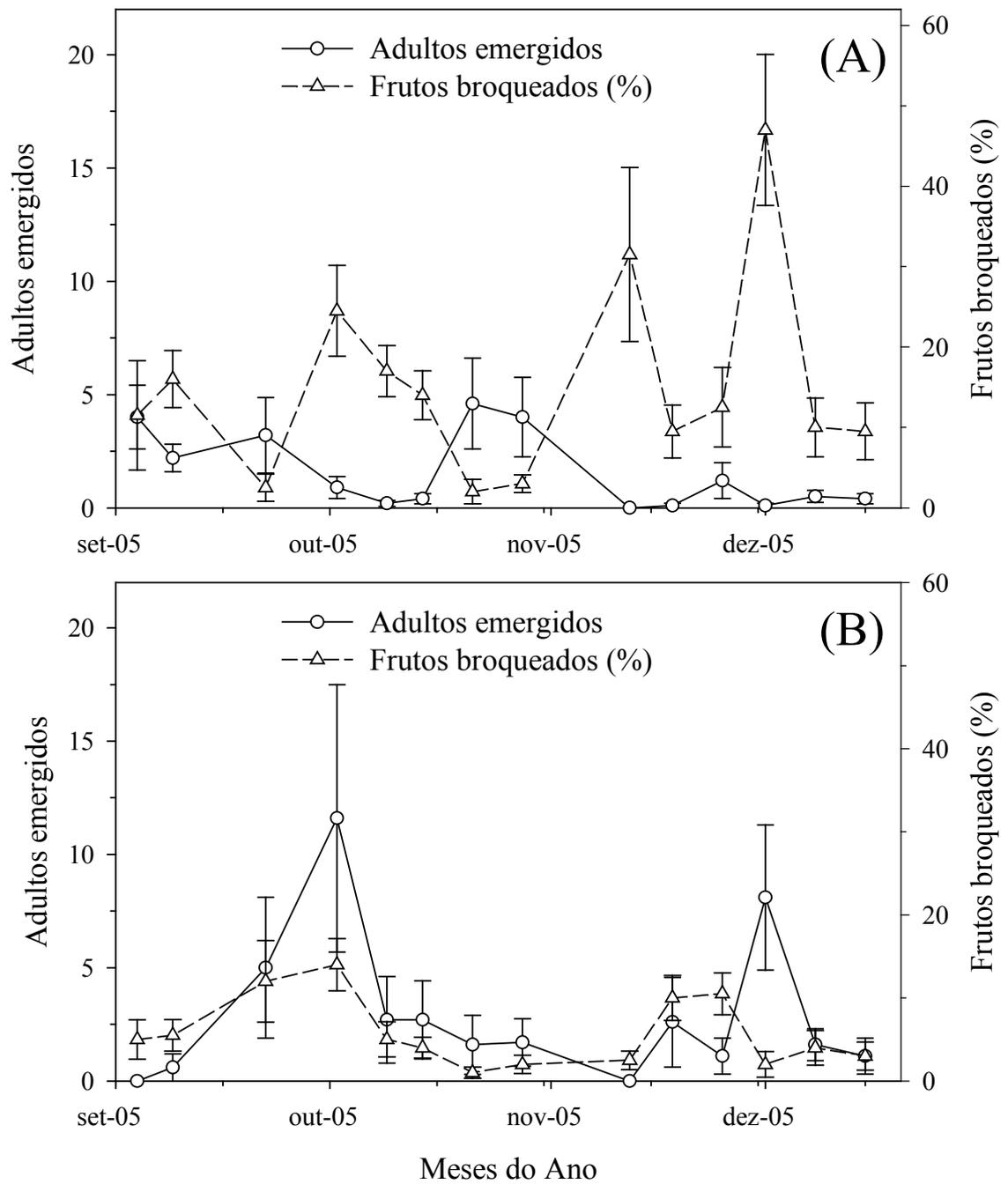


Figura 9. Adultos emergidos de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) e frutos de café broqueados (%) na planta (A) e sobre o solo (B) na lavoura 2. Viçosa, MG, 2005.

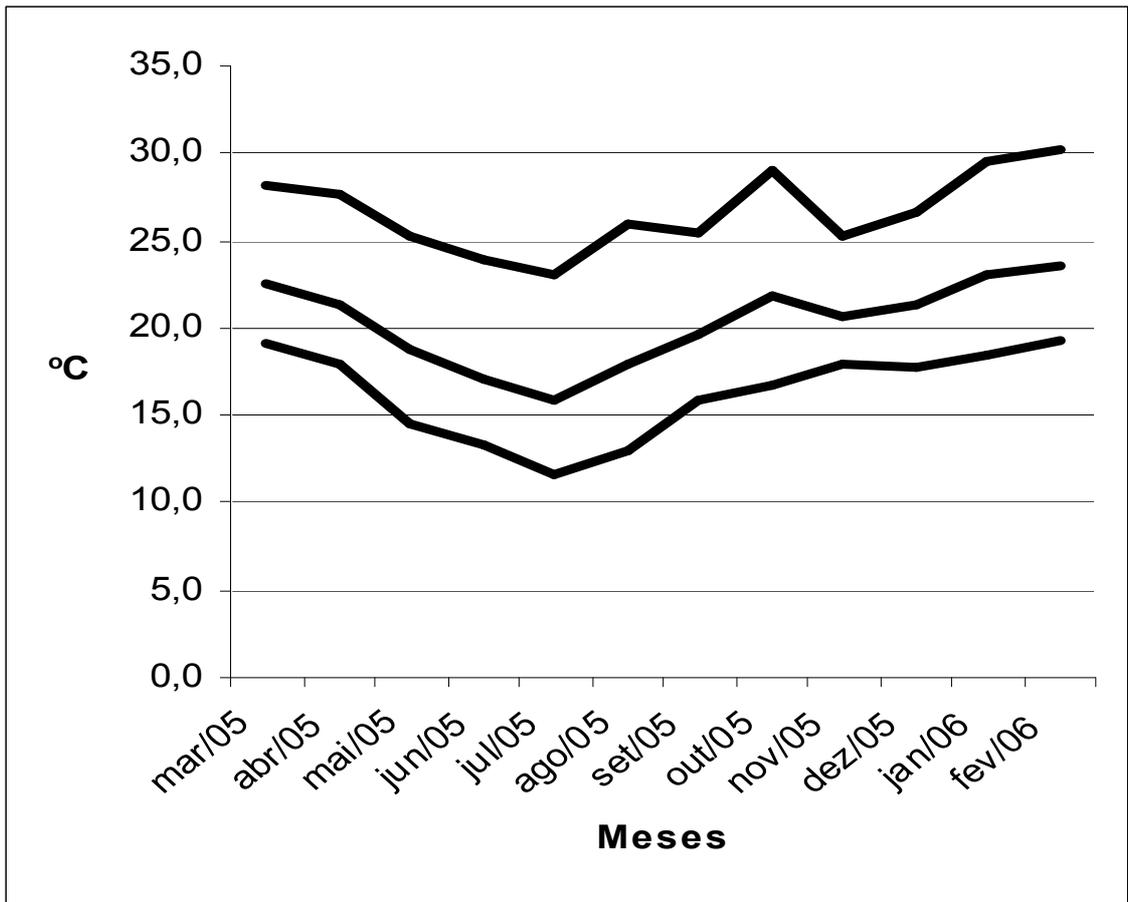


Figura 10. Gráfico das temperaturas máxima, média e mínima (°C) na região de Viçosa, Minas Gerais.

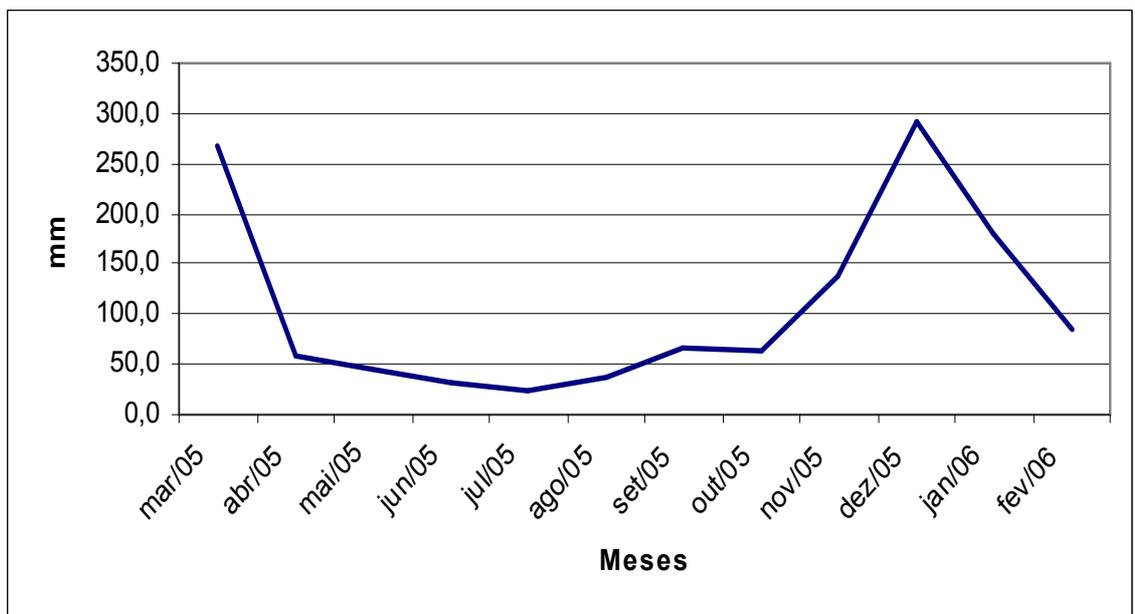


Figura 11. Gráfico da precipitação (mm) na região de Viçosa, Minas Gerais.