

JOSÉ DIOENIS MATIELLO

PERDAS NO RENDIMENTO E QUALIDADE DE *Coffea*
canephora DEVIDO A *Hypothenemus hampei*

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
2008

JOSÉ DIOENIS MATIELLO

PERDAS NO RENDIMENTO E QUALIDADE DE *Coffea*
canephora DEVIDO A *Hypothenemus hampei*

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: 26 de setembro de 2008.

Prof. Evaldo Ferreira Vilela
(Co-orientador)

Prof^a. Lêda Rita D'Antonino
Faroni

Dr. José Inácio Lacerda Moura

Dr. Cesar José Fanton

Prof. Eraldo Rodrigues de Lima
Orientador

Dedicatória

A toda a minha família, pelo incentivo
e pela confiança durante todos esses anos
Ao meu pai Carlos e minha mãe Arlete, pelo exemplo de vida
Aos meus irmãos Adriano, Fabiana e Aline, pelo incentivo
Ao meu tio Márcio e meu primo Jocimar, pela amizade e incentivo
À Paula, pelo carinho e compreensão

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por tudo.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

Ao professor Eraldo Rodrigues de Lima, pela orientação durante a realização deste trabalho.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - INCAPER, pela disponibilidade de materiais e laboratório para realização deste trabalho.

Aos pesquisadores do INCAPER, Fanton, Vera , Paulin, Verdim e Bravim, pela colaboração no trabalho.

A todos os professores do Departamento de Biologia Animal pela atenção recebida e pela participação em minha formação.

Aos meus pais Carlos e Arlete, Irmãos Adriano, Aline e Fabiana, e minha fiel companheira Paula, pelo apoio e colaboração neste trabalho.

Conteúdo

	Página
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	vii
Resumo	viii
Abstract	x
1 Introdução	1
2 Revisão de Literatura	2
2.1 Padrões de infestação por <i>H. hampei</i> nas espécies cultivadas.	2
2.2 Ciclo de vida de <i>H. hampei</i>	3
2.3 Aspectos reprodutivos	4
2.4 Danos Causados por <i>H. hampei</i>	6
2.4.1 Queda Prematura dos grãos	7
2.4.2 Redução do rendimento e da qualidade	7
2.4.3 Porta de entrada para outros organismos	8
3 Material e Métodos	8
3.1 Características das Lavouras	8
3.2 O experimento	9
3.3 Características avaliadas	11
3.4 Análise estatística	12
4 Resultados	12

4.1	Perdas quantitativas	12
4.2	Perdas qualitativas	15
5	Discussão	20
5.1	Perdas quantitativas	20
5.2	Perdas qualitativas	23
6	Conclusões	26
7	Referências	27
	APÊNDICES A	34
	APÊNDICES B	35

Lista de Figuras

	Página
1	Percentagem estimada de perdas de massa dos grãos de <i>C. canephora</i> em função do nível de infestação por <i>H. hampei</i> . As três regiões avaliadas, Marilândia, Sooretama e São Gabriel da Palha apresentaram médias de perdas diferenciadas (contrastes entre modelos, $p < 0,01$). 14
2	Número de defeitos estimados que ocorrem nos grãos de <i>C. canephora</i> em função do percentual de infestação por <i>H. hampei</i> . Os municípios de Marilândia e Sooretama não apresentaram diferenças significativas entre as médias de defeitos (Contrastes entre modelos, $p = 0,084$). 17
3	Percentuais estimados de grãos de <i>C. canephora</i> brocados em função dos níveis de infestação por <i>H. hampei</i> , As três regiões apresentaram médias diferentes (Contrastes entre modelos, $p < 0,01$) 18

Lista de Tabelas

	Página	
1	Tratamentos utilizados no experimento com respectivos números de frutos brocados e sadios	10
2	Volume médio de 1200 frutos de <i>C. conephora</i> seco, nas regiões de experimentação	10
3	Valores médios da massa de café em coco e respectiva porcentagem de redução, nos diferentes níveis de infestação, para os três municípios avaliados. As perdas foram estimadas com base na testemunha (0% de infestação)	13
4	Valores médios da massa de grãos do café beneficiado e respectiva porcentagem de redução, nos diferentes níveis de infestação, para os três municípios avaliados. As perdas foram estimadas com base na testemunha (0% de infestação)	14
5	Valores médios de defeitos causados por grãos brocados e tipo de café beneficiado, nos diferentes níveis de infestação, para os três municípios avaliados	16
6	Preços que o produtor recebe por cada saca de 60 kg de café conilon beneficiado de acordo com o tipo de café e respectivo percentual de desvalorização em função do nível de infestação. A desvalorização foi calculada com base na testemunha (0% de infestação)	19

Resumo

MATIELLO, José Dioenís., M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Setembro de 2008. **Perdas no rendimento e qualidade de *Coffea canephora* devido a *Hypothenemus hampei*.** Orientador: Eraldo Rodrigues de Lima. Co-orientadores: Evaldo Ferreira Vilela e Marcelo Coutinho Picanço

A broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), representa sério problema para a cafeicultura brasileira, e no Espírito Santo é considerada a pior praga para esta cultura. Apesar da importância atribuída a este inseto, existem poucos estudos que revelam os danos causados por *H. hampei* ao café conilon (*Coffea canephora*). Assim este trabalho teve como objetivo caracterizar os prejuízos causados pela broca do café relacionados a perda de massa do café em coco e beneficiado e na classificação do café quanto ao tipo, para a espécie *C. canephora*. Em lavouras de três municípios do norte capixaba, Marilândia, Sooretama e São Gabriel da Palha, no período de colheita da safra 2008 foram coletados frutos em plantas que apresentavam infestação por *H. hampei*. Os frutos foram separados em brocados e não brocados e posteriormente colocados para secar em terreiro de cimento até teor de água de 12% ($\pm 0,3$). Os tratamentos consistiram de amostras de 1200 frutos com níveis de infestação de 0, 3, 5, 10, 20, 40, 60, 80, e 100% de brocados. Para alcançar estes valores os frutos brocados foram misturados aos não brocados em proporções equivalentes a cada tratamento.

Os dados foram obtidos através da pesagem das amostras antes e depois do beneficiamento. Houve perdas de massa significativas do café em coco e beneficiado, nas três regiões onde o trabalho foi realizado, nos diferentes níveis de infestação, havendo um aumento linear de perdas de massa de *C. canephora* à medida que os níveis de infestação por *H. hampei* aumentam. As perdas de massa ocorridas no café beneficiado foram diferenciadas nas três regiões avaliadas, sendo que na lavoura de Sooretama, com maiores médias, as perdas estimadas de massa dos grãos representaram 22,7% quando 100% dos frutos estavam infestados por *H. hampei*, enquanto que em São Gabriel da Palha e Marilândia este valor chegou a 19,3% e 17,9% respectivamente. O número de defeitos dos grãos aumentou de forma linear, sendo que para cada nível de infestação dos frutos, houve um aumento de 4,78 defeitos nas amostras da lavoura de São Gabriel da Palha e 3,65 defeitos nas lavouras de Marilândia e Sooretama. O tipo de café não alterou até o nível de 5% de infestação dos frutos com relação a testemunha. A partir de 10% de infestação dos frutos houve depreciações significativas no tipo de café, causando de 1 a 6,8% de desvalorização no preço dos grãos de café. Pode-se concluir que os prejuízos que ocorrem em lavouras com altos níveis de infestação podem ser bastante expressivos, principalmente devido a perda de massa do café beneficiado.

Abstract

MATIELLO, José Dioenís., M. Sc., Federal University of Viçosa, September, 2008. **Loses in weight and quality in *Coffea canephora* by *Hypothenemus hampei*.** Adviser: Eraldo Rodrigues de Lima . Co-Advisers: Evaldo Ferreira Vilela and Marcelo Coutinho Picango

The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), is an important drawback for coffee plantations in Brazil. In Espírito Santo state it is considered the most serious pest of coffee plantations, however, studies on damage caused by *H. hampei* are scarce. In order to evaluate the damage caused by *H. hampei* in green and processed coffee and loss of quality of *C. canephora*, an experiment was carried out in three places in north of Espírito Santo state: Marilandia, Sooretama and São Gabriel da Palha. The coffee fruits were collected in plants infested with *H. hampei*, in 2008. The samples were divided in two groups: bored berries and no bored berries. The samples were dried in open place to obtain 12% of humidity. The treatments consisted of 1200 coffee fruits with nine levels of infestation: 0, 3, 5, 10, 20, 40, 60, 80, e 100 %. To obtain those treatments bored berries and no bored berries were mixed. The data were obtained by weighting the samples before and after processing coffee. There was a significant reduction in the mass of coffee, in the three regions studied. A linear reduction of mass was observed when the levels of infestation were increased. The processed coffee differed in the three places. The highest means were in Sooretama field and the losses in the grain mass were estimated in 22,7% of

the nominal value of the fruit infestation level while in São Gabriel da Palha and Marilândia this value was 19,3% and 17,9% respectively. The number of defects of the grain increased linearly, were for each level of fruit infestation there was an increase of 4.78 defects in the samples of São Gabriel da Palha and 3.65 defects in the fields of Marilândia and Sooretama. The coffee type was not altered until 5% of the fruit infestation in relation with the control. After 10% of the fruit infestation there were significant depreciation on the coffee type, causing from 1 to 6.8% de depreciation of the value of coffee. In conclusion, the wastes in the field with high infestations of coffee berie borer could be very important, mainly due the the loses of mass from the processed coffee.

1 Introdução

A broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), é considerada a praga mais importante da cultura do café em vários países produtores (Barrera *et al.*, 1990; Baker, 1999). No Brasil, segundo Mattiello *et al.* (2002) é atualmente a segunda praga em importância para o café arábica (*Coffea arabica*) e a principal para o café conilon (*Coffea canephora*). Originário da África Equatorial, este inseto alcançou acidentalmente o Brasil provavelmente em 1913, a partir de sementes infestadas trazidas do Congo Belga para o interior de São Paulo (Souza & Reis, 1997). No estado do Espírito Santo, apesar de sua liderança na produção de *C. canephora*, o manejo fitossanitário inadequado das lavouras tem afetado fortemente a qualidade e o rendimento do café produzido (Fornazier *et al.*, 1993).

O inseto ataca os frutos de café desde os verdes ou chumbinhos, cerejas e até mesmo os secos (Almeida & Cavalcante, 1964; Benassi, 2000). As fêmeas adultas de *H. hampei* fazem galerias dentro do endosperma da semente, onde se alimentam e se reproduzem causando grandes prejuízos ao produtor, principalmente em lavouras mal manejadas em que o nível de infestação é alto. Este problema pode ser agravado quando o produtor não reconhece as perdas e os prejuízos passam despercebidos. Os danos que ocorrem no café arábica devido ao ataque de *H. hampei*, foram relatados por Lucas (1986), onde foram constatadas perdas de até 14,5 % da massa dos grãos em condições de extrema infestação, na região Zona da Mata - MG.

Apesar da importância atribuída a esta praga, existem poucos estudos que revelam os danos causados por *H. hampei* ao café conilon, dificultando a tomada de decisões no momento de realizar a aplicação de medidas de controle. A estimativa de parâmetros podem auxiliar nas recomendações de controle desta praga, baseada em níveis de danos econômicos. Por outro lado, o reconhecimento das perdas pelo cafeicultor, podem incentivá-lo a

melhorar as práticas de manejo, que levam à redução dos prejuízos causados por este inseto.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os prejuízos causados pela broca do café, na perda de massa do café em coco e beneficiado e na classificação do café conilon após o beneficiamento em lavouras cultivadas convencionalmente.

2 Revisão de Literatura

2.1 Padrões de infestação por *H. hampei* nas espécies cultivadas.

Hypothenemus hampei foi primeiro registrado em sementes de café na França em 1878, mas com origem desconhecida (Waterhouse & Norris, 1989). Na África foi registrado pela primeira vez em Gabon em 1901 e no Zaire em 1903 (Murphy & Moore, 1990). No entanto, a origem real deste inseto permanece não esclarecida (Damon, 2000).

A produção de café iniciou-se com *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) e espalhou-se rapidamente por várias partes do mundo durante o século XVI e XVII (Damon, 2000). Provavelmente, *H. hampei* se espalhou por diversas partes do mundo através de sementes contaminadas. Uma forte evidência sugere que o café Robusta, *Coffea canephora*, originário do leste e centro africano, seja o hospedeiro originário de *H. hampei*, devido a outra espécie cultivada, *C. arabica*, preferir e ter sua origem em altitudes em torno de 1500 m, onde não há relatos da presença de *H. hampei* (Baker, 1984).

Dentre mais de 800 insetos registrados, associados ao café, a broca do café é a única que se adaptou em explorar a semente desta planta (Vega *et al.*, 2003). Isso é notável, uma vez que a cafeína é tóxica para os insetos e nas sementes de café encontra-se em média 1,1 a 1,7% e 2 a 3% (em massa seca) respectivamente para *C. arabica* e *C. canephora* (Mösli & Baumann, 1996).

Alguns trabalhos realizados sobre a broca do café têm demonstrado diferenças nos padrões de infestação desta praga, quando se relaciona *C. arabica* e *C. canephora*. Isso se deve provavelmente a diferenças intrínsecas entre as espécies e condições climáticas diferenciadas nas regiões de cultivo. Mourão (2002) pesquisou sobre as diferenças da penetração da broca nos frutos de café conilon e arábica; seus resultados mostraram que a broca tem capacidade de penetrar em grãos mais jovens da espécie Robusta. Isso ocorre provavelmente devido aos menores percentuais de umidade de seus frutos durante os estágios de desenvolvimento.

2.2 Ciclo de vida de *H. hampei*

As fêmeas começam a atacar os frutos de café em torno de 8 semanas após o florescimento e se prolonga até a colheita (Baker, 1999). A fêmea de *H. hampei* coloca entre 31 e 119 ovos dentro de um único fruto de café (Barrera, 1994). O ciclo de vida completo pode variar entre 28 a 34 dias, sendo 4 dias no estágio de ovo, 15 dias de larva e 7 dias na fase de pupa (Barrera, 1994). Machos podem viver de 20 a 87 dias e fêmeas em média vivem 157 dias (Barrera, 1994).

Benassi (2000), relatou alguns aspectos biológicos da infestação de *H. hampei* em *C. canephora*, em estudo realizado em condições de laboratório. Seus resultados mostraram que a broca gasta de 4 a 5 dias para penetrar, construir galerias e câmaras e iniciar a oviposição. A duração do desenvolvimento do ovo até o adulto dura 23 a 24 dias, em temperatura de 25 °C.

Hargreaves (1926) registrou a existência de mais de 8 gerações por ano de *H. hampei*, em condições onde não há escassez de alimento. No entanto, a disponibilidade de alimento é um fator limitante na reprodução de *H. hampei*. Assim, no período de entressafra, onde a disponibilidade de alimento é muito baixa, a reprodução e sobrevivência deste inseto ocorre de maneira diferenciada à safra. Baker (1999) sugeriu que a broca entraria em estado de diapausa reprodutiva mantendo seu metabolismo mínimo até a safra seguinte.

Cure *et al.* (1998), constatou a existência de três gerações de *H. hampei* por ano, em uma lavoura de *C. arabica* localizada em Paula Cândido - MG, sendo que a primeira geração completa-se sobre frutos verdes e em início de maturação, e as outras duas gerações ocorrem em frutos exclusivamente maduros; no entanto, pode ocorrer até cinco gerações se o período da colheita se prolongar. O ciclo da broca é interrompido pela falta de frutos adequados para oviposição, entre a colheita e o aparecimento de frutos em início de maturação da safra seguinte, quando os adultos presentes se desenvolvem em frutos secos da última colheita (Cure *et al.*, 1998).

Na Colômbia, apesar do extenso período de colheita, Montoya & Cárdenas-Murillo (1994) registraram somente duas a três gerações por ano, sendo confirmado por Baker (1998) quem relatou que *H. hampei* não é uma praga explosiva.

2.3 Aspectos reprodutivos

A dinâmica da população e os padrões de infestação por *H. hampei* são diretamente relacionados com os fatores climáticos, tais como precipitação e umidade relativa (Baker *et al.*, 1992), bem como a fisiologia das plantas de café (Ruiz, 1995). O conteúdo de massa seca do endosperma é um fator determinante no sucesso reprodutivo de uma fêmea de *H. hampei*. Sementes com conteúdo de massa seca menor que 20%, são abandonados após o ataque inicial, ou a fêmea aguarda em uma galeria construída dentro do exocarpo até que o endosperma tenha acumulado o conteúdo de matéria seca suficiente para o desenvolvimento dos descendentes (Alonzo, 1984; Baker *et al.*, 1992). As fêmeas da primeira ninhada acasalam com seus irmãos machos dentro do fruto e depois o abandonam (Bustillo *et al.*, 1998), ou permanecem nele onde se reproduzem (Baker *et al.*, 1992). Waterhouse & Norris (1989), no entanto, sugeriram que a fêmea pode abandonar o fruto quando todo o tecido da semente for consumido, sendo que algumas podem ainda continuar a postura em outro fruto próxima àquele.

Decazy (1989) relatou que a maioria dos indivíduos de *H. hampei* voam pouco, sendo que uma pequena proporção pode viajar longas distân-

cias em buscas de novos frutos, muitas vezes carregados por correntes de ar. Apesar disso, Sponagel (1994) relatou que no Equador este inseto se disseminou em uma razão de 30 a 60 km por ano.

A sobrevivência e a disseminação de uma população de *H. hampei* é aumentada pela reprodução em frutos tardios e pela habilidade de se alimentar em frutos precoces da colheita seguinte (Clausen, 1978; Baker *et al.*, 1994). Frutos caídos no solo sofrem a decomposição por bactérias, fungos e nematóides, que pode resultar na morte dos ocupantes ou promover a migração, assim, a destruição de frutos caídos no chão por microorganismos contribui para a redução da disponibilidade de alimento para esta praga na entressafra (Schmitzet & Crisinel, 1957; Klein-Koch *et al.*, 1988).

A infestação por *H. hampei*, tende a ocorrer em agregação ou reboleiras, sendo que na planta ocorre principalmente em frutos localizados na região mediana Baker (1984). Na entressafra a fêmea de *H. hampei* permanece semi-inativa em frutos velhos aguardando as primeiras chuvas que estimulam as fêmeas a buscar novos frutos e assim iniciar um novo ciclo (Baker & Barrera, 1993). A chuva em si, não é o fator estimulante para tal comportamento, na verdade, o fruto encharcado de água torna-se inabitável (De Kraker, 1988). Uma extensiva estação seca, pode reduzir a infestação de *H. hampei* devido a uma grande sensibilidade deste escolétídeo a umidade (Baker *et al.*, 1994).

O café conilon, *C. canephora*, pode sofrer mais danos devido a contínua produção de flores e por essa razão possui frutos disponíveis em vários estágios de maturação (Damon, 2000). As altas temperaturas e umidades das baixas altitudes onde o café conilon se desenvolve também favorece este inseto (Klein-Koch *et al.*, 1988).

A umidade é frequentemente mencionada como um fator chave, determinando os níveis de infestação, haja visto que *H. hampei* sobrevive por mais tempo e tem maior sucesso reprodutivo em condições de umidade e sombra (Damon, 2000). No entanto, Decazy (1992) e Sponagel (1994) não encontraram relações entre sombra e níveis de infestação. Em Honduras, Muñoz *et al.* (1987) encontrou maiores níveis de infestação por *H. hampei* em ambientes medianamente sombreados comparados a ambientes altamente

sombreados ou a pleno sol. Este inseto e suas proles são protegidas pela umidade dentro do fruto de café em maturação, mas a umidade do ambiente pode ser importante durante o período de entressafra quando o fruto encontra-se seco e destacado da planta (Damon, 2000). De modo inverso, o excesso de umidade pode causar aceleração na decomposição dos frutos sobre o solo, reduzindo a disponibilidade de alimento (Ticheler, 1961).

Modelos tem sido produzidos para testar e melhorar as recomendações de controle deste inseto, incluindo fatores biológicos, sociais e econômicos (Leach, 1998). No entanto Baker (1999) relatou que a complexidade das relações clima-café-*H. hampei* de fato, impede o desenvolvimento de métodos simples de amostragem para prever os níveis de infestação e fornecer indicadores de danos econômicos confiáveis para aplicação de inseticidas.

2.4 Danos Causados por *H. hampei*

H. hampei ataca os frutos nos diferentes estádios, desde os verdes ou chumbinhos, cerejas e até mesmo os secos (Almeida & Cavalcante, 1964; Benassi, 2000). As fêmeas adultas de *H. hampei* fazem galerias dentro do endosperma da semente, onde se alimenta e se reproduz. Níveis de infestação extremamente altos têm sido registrados, em lavouras não tratadas, em diversos países produtores - 80% em Uganda, 60% na Colômbia, 58-85% na Jamaica e 60% no México (Vega, 2004). Já no Estado do Espírito Santo, Martins & Teixeira (1998), observaram em 22 municípios que 83,3% das lavouras de *Coffea arabica* e 71,7% das lavouras de *Coffea canephora*, mostraram infestação média por *H. hampei* de 4,22% e 1,62%, respectivamente, na safra de 1998. No estado de Rondônia, onde o cultivo de *C. canephora* tem uma produção bastante expressiva, foram verificadas, no auge da colheita, infestações entre 33,59 e 40,87% (Costa *et al.*, 2000).

Os danos causados por *H. hampei* aos frutos de café podem ser enquadrados em três tipos: queda prematura dos grãos; redução do rendimento e da qualidade e; porta de entrada para outros organismos.

2.4.1 Queda Prematura dos grãos

Ocorre quando o ataque atinge frutos imaturos (Ortiz-Persichino, 1991). Em lavouras com altas infestações por *H. hampei*, já no estágio inicial de desenvolvimento dos grãos a queda de frutos até a colheita pode atingir cerca de 60% da produção (Paulini & Paulino, 1979). No entanto, Benassi *et al.* (2003) encontrou uma média de 8% de frutos caídos e perfurados por *H. hampei*, em lavoura de *Coffea canephora* com infestação de 20% na fase de maturação dos frutos.

2.4.2 Redução do rendimento e da qualidade

As atividades de perfuração e alimentação de adultos e progênes causam uma redução no rendimento e na qualidade do produto final (Moore & Prior, 1988). Além do consumo direto do produto pelo inseto, as sementes danificadas tornam-se frágeis, e no processo de beneficiamento parte dos grãos se perdem junto com a casca. Lucas (1986) constatou que 22% das perdas no rendimento são devidas a fragilidade dos grãos no beneficiamento, quando a infestação está em 100% dos frutos.

Paulini & Paulino (1979), avaliando os danos no café conilon causados por *H. hampei*, em Marilândia - ES, constataram perdas de 19,5% em massa, quando 85% dos frutos estavam brocados. No entanto estes pesquisadores permitiram a permanência desta praga em atividade no fruto seco por um período de 6 meses, quando então realizaram o beneficiamento e as avaliações dos danos.

Lucas (1986) pesquisou os efeitos de *H. hampei*, em café arábica, sobre o rendimento e a classificação do produto, seus resultados mostraram uma redução aproximadamente linear do rendimento do café beneficiado, sendo que nos casos extremos de infestação, a queda no rendimento alcançou 9,7% em no Sul de Minas Gerais e 14,5% na região Zona da Mata - MG. Quanto a qualidade do produto Lucas (1986) constatou grandes mudanças na classificação quanto ao tipo, sendo que em amostras não infestadas a classificação foi de tipo 2 e amostras com 100% dos frutos brocados este valor passou para o tipo 8. Toledo (1948), estabeleceu que em um máximo

de infestação do café em coco, ou seja, 100%, após beneficiado, haverá uma correspondência de aproximadamente 47% dos grãos brocados e 34% de café destruído.

2.4.3 Porta de entrada para outros organismos

Devido aos danos físicos provocados nos frutos, este inseto cria um sítio de entrada para infecções secundárias por bactérias e fungos. Nos grãos imaturos, duas espécies de bactérias, *Erwinia stewartii* e *E. salicis* tem sido implicadas como os agentes responsáveis pela podridão do mesocarpo dos frutos e sua posterior queda (Sponagel, 1994). Nos grãos maduros, as condições favoráveis a entrada e proliferação de microorganismos alteram a qualidade do café (Chalfoun *et al.*, 1984). Esses microorganismos alcançam os frutos através da própria broca que é um vetor. Isto ocorre, quando *H. hampei* deixa os frutos caídos no chão, no período da entressafra, e passa a colonizar os frutos da parte aérea (Gama *et al.*, 2005). Vários gêneros de fungos podem ser encontrados, colonizando os frutos. Gama *et al.* (2005) encontraram *Fusarium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Aspergillus* e *Verticillium* em frutos da parte aérea de *C. canephora*, sendo os mesmos encontrados em frutos caídos no chão.

3 Material e Métodos

3.1 Características das Lavouras

O trabalho foi realizado em lavouras de café de três importantes municípios produtores de *C. canephora* do norte capixaba: Marilândia, Sooretama e São Gabriel da Palha, na safra de 2007/2008.

As lavouras de Marilândia e Sooretama são de fazendas experimentais do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - INCAPER, localizadas nas coordenadas geográficas de 19,404° S 40,537° W e 19,114° S 40,079° W respectivamente. A lavoura de São Gabriel da Palha, localizada

nas coordenadas 19,031° S e 40,527° W, pertence a produtor rural que produz café em sistema de condução semelhante às lavouras do INCAPER. As três regiões possuem dados climatológicos semelhantes. A média das temperaturas anuais é de 19°C para a mínima e 31°C para a máxima. A precipitação média anual varia entre 1120 e 1235 mm. As altitudes médias das lavouras estão entre 75 e 120 m.

As lavouras dessas três regiões são formadas por um conjunto de clones desenvolvidos pelo INCAPER, sendo hoje os mais cultivados na região norte do Espírito Santo na implantação de novas lavouras.

Não houve nenhum tratamento com inseticidas nestas lavouras para o controle de *H. hampei* durante o desenvolvimento dos frutos até o período da colheita, permitindo assim uma infestação natural desta praga, sendo essa a realidade que se verifica na maioria dos plantios do estado, notadamente nos de menor nível de adoção de tecnologias.

3.2 O experimento

Os frutos da lavoura de Marilândia foram coletados no final de abril de 2008. Nas lavouras de São Gabriel da Palha e Sooretama a coleta foi realizada em meados de maio de 2008. Os critérios usados para realizar a coleta foi a ocorrência de alta infestação por *H. hampei* nas plantas selecionadas e predominância de frutos maduros no ponto de colheita.

A colheita foi direcionada para partes da lavoura e das plantas em que havia uma maior infestação por *H. hampei*, resultando em uma infestação média por *H. hampei*, nos frutos selecionados, em torno de 50%. Após a colheita os frutos foram separados em brocados e não brocados e colocados para secar em terreiro de cimento até teor de água de 12% ($\pm 0,3$).

Cada unidade amostral foi constituída por uma porção de 1200 frutos. Os tratamentos foram formados pelos seguintes níveis de infestação: 0, 3, 5, 10, 20, 40, 60, 80 e 100% de frutos brocados. Para alcançar estes níveis de infestação, os frutos sadios foram misturados aos brocados de acordo com a Tabela 1. Cada tratamento teve 3 repetições. Considerou-se brocado todo fruto que continha um ou mais orifícios de perfuração por *H. hampei*.

As amostras foram beneficiadas em uma máquina beneficiadora de pequeno porte da marca Pinhalense. O volume de cada amostra de 1200 frutos foi

Tabela 1: Tratamentos utilizados no experimento com respectivos números de frutos brocados e sadios

Tratamento	Nível de infestação	Nº de frutos brocados	Nº de Frutos sadios	Total
1	0	0	1200	1200
2	3	36	1164	1200
3	5	60	1140	1200
4	10	120	1080	1200
5	20	240	960	1200
6	40	480	720	1200
7	60	720	480	1200
8	80	960	240	1200
9	100	1200	0	1200

medido e considerado na estimativa dos danos. Isso porque o café brocado apresentou um volume médio maior do que o café não brocado (Tabela 2). Assim as avaliações das perdas quantitativas de *C. canephora* provocadas por *H. hampei* foram estimadas com base em volume de frutos.

Tabela 2: Volume médio de 1200 frutos de *C. canephora* seco, nas regiões de experimentação

Região	Volume médio de 1200 frutos (mL)	
	Brocados	sadios
Marilândia	935	815
Sooretama	795	735
São Gabriel da Palha	790	705

3.3 Características avaliadas

Dentre os danos causados por *H. hampei*, quantificou-se a perda de massa do café antes do beneficiamento (café em coco) e do café beneficiado, que representa os danos quantitativos totais. Outro parâmetro analisado foi a classificação do café quanto ao tipo.

A estimativa da perda de peso dos grãos causada pelo consumo por *H. hampei*, foi calculado com base nas diferenças de peso verificadas entre o tratamento com 0% de infestação (testemunha) e os demais tratamentos. As amostras foram pesadas antes e depois do beneficiamento. Os dados da pesagem referentes aos frutos antes do beneficiamento representam parte dos danos causados pelo consumo direto dos grãos por *H. hampei*, uma vez que nem todo material consumido pela broca é lançado para fora do fruto. A perda de massa do café beneficiado representa o total de perdas quantitativas, que inclui o consumo direto pela broca e a quebra dos grãos no beneficiamento devido a fragilidade dos mesmos, considerando que boa parte dos grãos quebrados se misturam com a casca durante o processo de beneficiamento.

Na determinação do tipo de café resultante em cada tratamento, foi realizada a contagem de todos os grãos da amostra que apresentaram defeitos, seguindo as normas da Tabela de Classificação Oficial Brasileira (IN N° 8 de 11 de Junho de 2003) (Tabelas 1B e 2B, Apêndice B). Os grãos brocados foram separados em duas categorias: brocado rendado, que apresenta três ou mais orifícios de perfuração por *H. hampei*; e brocado que apresenta de um a dois orifícios. Na soma dos defeitos, foi considerado um defeito para cada três grãos brocados rendados e um defeito para cada 5 brocados. A massa de todos os grãos brocados da amostra de café beneficiado foi quantificada para estimar o percentual de grãos brocados. Foi quantificada a média dos demais defeitos (grãos pretos, ardidos, mal granados, conchas, verdes e quebrados) de todos os tratamentos e regiões. Esta média resultou em 60 defeitos que traduz um tipo igual a 5/6. Para quantificar o número de defeitos de cada amostra o valor 60 foi somado aos defeitos encontrados nos grãos brocados.

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente foi aplicada análise de regressão para os níveis de infestação e contrastes de modelos para diferenciar as médias das regiões. O pacote estatístico R (R Development Core Team, 2006), foi utilizado para processar os dados.

4 Resultados

4.1 Perdas quantitativas

Houve perdas de massa significativas de *C. canephora* causadas por *H. hampei*, no café em coco ($F_{1,71}=875,62$, $p < 0,01$) (Tabela 1A, Apêndice A) e no café beneficiado ($F_{1,71}=1433,62$, $p < 0,01$) (Tabela 2A, Apêndice A), nas três regiões onde o trabalho foi realizado e nos diferentes níveis de infestação. Na Tabela 3, onde estão apresentados os valores referentes ao café em coco, pode ser observado um aumento linear das perdas de massa à medida que os níveis de infestação por *H. hampei* aumentam, sendo que com 3% de infestação já ocorre redução de massa do café em coco de 0.64% em relação a testemunha em São Gabriel da Palha e nos casos extremos de infestação esta redução chega a 11,09% em Sooretama. Estas perdas se devem exclusivamente ao consumo direto dos grãos pelas larvas e adultos. No entanto, ainda existe parte destas perdas não somadas nestes valores, que é todo o material consumido pela broca que não é lançado para fora do fruto.

As perdas de massa que ocorrem no café beneficiado devido ao ataque de *H. hampei* estão apresentadas na Tabela 4. Estes valores representam as perdas quantitativas totais, que incluem o consumo direto dos grãos pelas larvas e adultos e a quebra dos grãos no beneficiamento devido a sua fragilidade. Infestação por *H. hampei* de 3% promoveram perdas significativas, partindo de 1,12% de redução em relação a testemunha na lavoura de Sooretama, chegando a 1,84% na lavoura de Marilândia. Nos casos extremos de

infestação, ou seja 100%, as perdas alcançaram 17,59% observado na lavoura de São Gabriel da Palha e 22,73% observado na lavoura de Sooretama. Na Figura 1 o gráfico de regressão representa as perdas estimadas de massa do café beneficiado em função dos níveis de infestação. O coeficiente angular da reta de regressão, que variou de 0,176 para o município de Marilândia a 0,227 para o município de Sooretama revelam que para cada percentual de infestação dos frutos, haverá uma correspondência de perdas de massa do café beneficiado de 17,7 a 22,7%.

Tabela 3: Valores médios da massa de café em coco e respectiva porcentagem de redução, nos diferentes níveis de infestação, para os três municípios avaliados. As perdas foram estimadas com base na testemunha (0% de infestação)

Nível de infestação (%)	Marilândia		Sooretama		São G. da Palha	
	Café em coco (g/L)	(%) Perdas	Café em coco (g/L)	(%) Perdas	Café em coco (g/L)	(%) Perdas
0	429,29	-	457,92	-	490,12	-
3	424,63	1,09	453,09	1,06	486,98	0,64
5	422,25	1,64	456,74	0,26	484,23	1,20
10	419,84	2,20	445,05	2,81	480,94	1,87
20	415,26	3,27	445,55	2,70	475,53	2,98
40	407,33	5,12	439,02	4,13	468,89	4,33
60	407,09	5,17	426,38	6,89	463,36	5,46
80	395,07	7,97	425,26	7,13	446,63	8,87
100	391,26	8,86	407,13	11,09	440,36	10,15

As perdas de massa observadas no café em coco, não diferiram significativamente entre as três regiões ($F_{2,71}=0,08$, $p = 0,91$) (Tabela 1A, Apêndice A). Já as perdas de massa ocorridas no café beneficiado (total de perdas), foram significativamente diferentes nas três regiões ($F_{2,71}=7,58$, $p < 0,01$) (Tabela 2A, Apêndice A). As maiores perdas de massa que ocorreram no café beneficiado foram observadas no município de Sooretama, enquanto que em Marilândia verificou-se menores perdas (Figura 1).

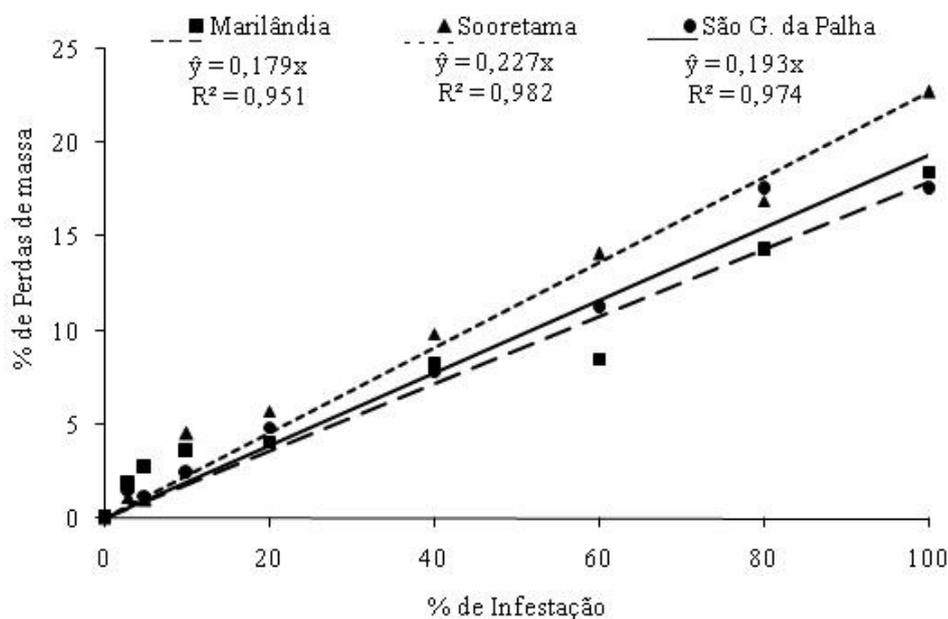


Figura 1: Percentagem estimada de perdas de massa dos grãos de *C. canephora* em função do nível de infestação por *H. hampei*. As três regiões avaliadas, Marilândia, Sooretama e São Gabriel da Palha apresentaram médias de perdas diferenciadas (contrastes entre modelos, $p < 0,01$).

Tabela 4: Valores médios da massa de grãos do café beneficiado e respectiva porcentagem de redução, nos diferentes níveis de infestação, para os três municípios avaliados. As perdas foram estimadas com base na testemunha (0% de infestação)

Nível de infestação (%)	Marilândia		Sooretama		São G. da Palha	
	Grãos (g/L)	Perdas (%)	Grãos (g/L)	Perdas (%)	Grãos (g/L)	Perdas (%)
0	283,47	-	286,31	-	288,28	-
3	278,26	1,84	283,10	1,12	282,16	1,45
5	275,75	2,72	283,46	0,99	282,78	1,23
10	273,32	3,58	273,37	4,52	279,39	2,42
20	271,84	4,10	269,92	5,73	272,38	4,87
40	260,33	8,16	258,11	9,85	263,86	7,84
60	259,32	8,52	245,96	14,09	254,03	11,27
80	242,93	14,30	237,83	16,93	236,05	17,55
100	231,09	18,48	221,23	22,73	235,95	17,59

4.2 Perdas qualitativas

As perdas da qualidade do café conilon, ocasionadas pelo ataque de *H. hampei*, estão basicamente relacionadas ao tipo de café, uma vez que a qualidade da bebida do café conilon raramente é avaliada, portanto, não é levada em consideração no ato da comercialização do produto. Por esta razão, neste trabalho, os estudos foram direcionados ao tipo de café.

Os grãos brocados geram os defeitos, que por sua vez traduz o tipo de café. Neste sentido, a infestação por *H. hampei* causa depreciação no tipo de café. A Tabela 5 mostra o número de defeitos com respectivo tipo de café em função dos níveis de infestação, havendo aumento significativo de defeitos em função do nível de infestação por *H. hampei* ($F_{1,70}=4979,7, p < 0,01$) (Tabela 3A, Apêndice A). O tratamento com 0% de infestação (testemunha) possui a classificação do tipo 5/6, devido a presença média de 60 defeitos causados por grãos imperfeitos (pretos, mal granados, ardidos, verdes e quebrados). Baixos níveis de infestação dos frutos, até 5%, não alteraram o tipo de café, sendo que com 10% ou mais de infestação ocorreu alteração no tipo, chegando nos casos extremos de infestação ao tipo AB/8¹ (Tabela 5).

Na Figura 2 o gráfico de regressão representa o número de defeitos estimado em função dos níveis de infestação. O número de defeitos dos grãos aumentou de forma linear, sendo que para cada nível de infestação dos frutos, houve um aumento de 4,78 defeitos nas amostras da lavoura de São Gabriel da Palha e 3,65 defeitos nas amostras das lavouras de Marilândia e Sooretama. O número de defeitos não diferiu significativamente entre os municípios de Marilândia e Sooretama (Teste de contrastes entre modelos, $p = 0,084$), portanto, a estimativa de defeitos destas duas regiões foi representado em uma única reta, enquanto que em São Gabriel da Palha estas médias se apresentaram maiores.

Na Figura 3, estão apresentados os valores médios percentuais de grãos brocados para cada região de acordo com o nível de infestação. Os coeficientes angulares de regressão, que variam de 0,52 para o município de Sooretama e 0,61 para o município de São Gabriel da Palha, indicam que

¹AB/8 = Abaixo de 8 - para amostras que apresentaram mais de 360 defeitos

para cada percentual de infestação dos frutos, haverá uma correspondência de 52 a 61% de grãos brocados. Vale ressaltar que nestes valores não estão incluídos os grãos que foram destruídos pela broca e se perderam junto com a palha do café (casca) no processo de beneficiamento.

Na tabela 6 são apresentadas as desvalorizações em termos financeiros que ocorrem no café beneficiado devido às perdas de qualidade. Nota-se que com 10% de infestação já ocorre desvalorização de 1% do valor do produto², para as três regiões, podendo chegar a 6,8% nos casos extremos de infestação.

Tabela 5: Valores médios de defeitos causados por grãos brocados e tipo de café beneficiado, nos diferentes níveis de infestação, para os três municípios avaliados

Nível de infestação (%)	Marilândia		Sooretama		São G. da Palha	
	Nº de defeitos	Tipo*	Nº de defeitos	Tipo*	Nº de defeitos	Tipo*
0	0	5/6	0	5/6	0	5/6
3	17	5/6	13	5/6	16	5/6
5	25	5/6	16	5/6	23	5/6
10	50	6	30	6	44	6
20	75	7	60	6/7	68	6/7
40	137	7	137	7	157	7
60	231	7/8	194	7/8	277	8
80	296	8	289	8	362	AB/8
100	349	AB/8	394	AB/8	520	AB/8

*Na classificação quanto ao tipo a cada amostra foi somado 60 defeitos correspondentes a média de defeitos provocados por grãos pretos, ardidos, mal granados, verdes e quebrados.

²Desvalorização baseada nos preços da Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha - ES - COOABRIEL. Cotado em 03/09/2008

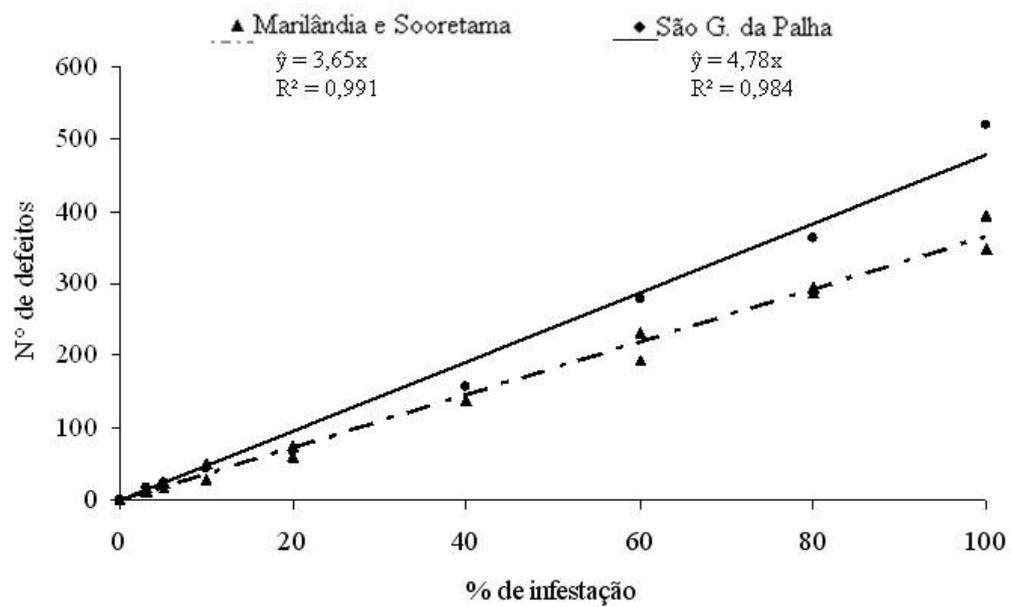


Figura 2: Número de defeitos estimados que ocorrem nos grãos de *C. canephora* em função do percentual de infestação por *H. hampei*. Os municípios de Marilândia e Sooretama não apresentaram diferenças significativas entre as médias de defeitos (Contrastes entre modelos, $p = 0,084$).

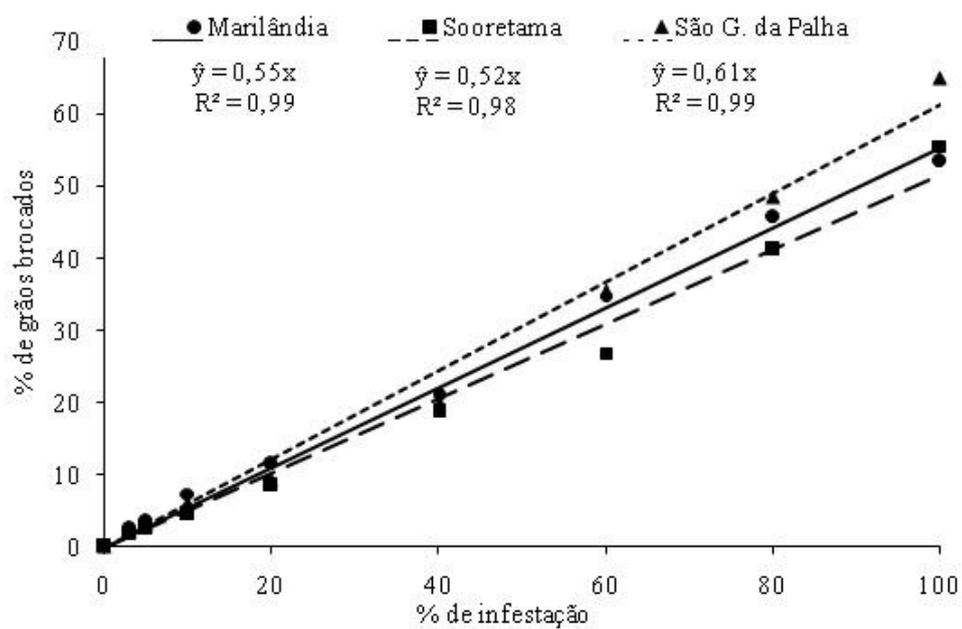


Figura 3: Percentuais estimados de grãos de *C. canephora* brocados em função dos níveis de infestação por *H. hampei*. As três regiões apresentaram médias diferentes (Contrastes entre modelos, $p < 0,01$)

Tabela 6: Preços que o produtor recebe por cada saca de 60 kg de café conilon beneficiado de acordo com o tipo de café e respectivo percentual de desvalorização em função do nível de infestação. A desvalorização foi calculada com base na testemunha (0% de infestação)

Nível de infestação (%)	Marilyndia		Sooretama		São Gabriel da Palha				
	Tipo	Preço R\$/sc	Desvalorização %	Tipo	Preço R\$/sc	Desvalorização %	Tipo	Preço R\$/sc	Desvalorização %
0	5/6	205	-	5/6	205	-	5/6	205	-
3	5/6	205	0	5/6	205	0	5/6	205	0
5	5/6	205	0	5/6	205	0	5/6	205	0
10	6	203	1,0	6	203	1,0	6	203	1,0
20	7	197	3,9	6/7	203	1,0	6/7	203	1,0
40	7	197	3,9	7	197	3,9	7	197	3,9
60	7/8	194	5,4	7/8	194	5,4	8	194	5,4
80	8	194	5,4	8	194	5,4	AB/8	191	6,8
100	AB/8	191	6,8	AB/8	191	6,8	AB/8	191	6,8

Fonte dos Preços: COOABRIEL - Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha - ES. Cotado em 03/09/2008

5 Discussão

5.1 Perdas quantitativas

Os níveis de infestação por *H. hampei* simulados neste trabalho, revelam as perdas quantitativas e qualitativas que ocorrem no café conilon em todos os níveis de infestação. No entanto, os casos extremos de infestação não ocorrem naturalmente em lavouras cultivadas, pois a colheita, secagem e beneficiamento dos frutos interrompem o crescimento populacional da broca que poderia infestar todos os frutos. Nas lavouras cultivadas os níveis de infestação variam de região para região e de uma safra para outra. Além das condições climáticas, o preço do café também exerce influência nos níveis de infestação por *H. hampei*. Preços baixos desestimulam a realização da colheita de todos os frutos, além de contribuir para o abandono de lavouras de baixa produtividade. Assim, a presença de frutos na entressafra permitem a sobrevivência de brocas que irão colonizar os frutos da safra seguinte.

A redução da massa do café em coco, em função dos níveis de infestação por *H. hampei* (Tabela 3), mostra que este inseto é capaz de consumir e lançar para fora do fruto uma porção significativa dos grãos, representando em torno de 50% do total das perdas quantitativas. As perdas de massa do café beneficiado apresentadas na Tabela 4 são aquelas que tem maior importância para o cafeicultor, pois representam as perdas quantitativas totais causadas pela infestação de *H. hampei*. Nota-se que os danos na produção podem ser bastante expressivos principalmente em lavouras mal manejadas em que os níveis de infestação são altos. Alguns trabalhos sobre levantamento de infestação por *H. hampei* nas regiões produtoras de *C. canephora*, vem demonstrando infestações acima do nível de dano econômico (3 a 5%). No estado de Rondônia, onde o cultivo de *C. canephora* tem uma produção bastante expressiva, foram verificadas, no auge da colheita da safra 1999/2000, infestações entre 33,59 a 40,87% (Costa *et al.*, 2000). Estes dados mostram

que em algumas regiões e em determinadas safras, os prejuízos podem chegar próximo a 10% da produção.

No estado do Espírito Santo, Martins & Teixeira (1998), observaram em 22 municípios que 83,3% das lavouras de *C. arabica* e 71,7% das lavouras de *C. canephora*, mostraram infestação média por *H. hampei* de 4,22% e 1,62%, respectivamente, na safra de 1998. No entanto Fornazier *et al.* (2001a) registrou infestações abaixo do nível de danos econômicos (3 a 5%) na maioria dos municípios do Espírito Santo na safra 2000/2001. Estes dados mostram que em algumas safras e regiões a broca do café pode não causar danos como também pode causar prejuízos bastante expressivos.

As três regiões onde os danos foram avaliados apresentaram perdas de massa dos grãos diferenciadas, para os mesmos níveis de infestação. Este resultado não era esperado já que os tratamentos e os sistemas de produção das lavouras são semelhantes. No entanto alguns fatores, que não puderam ser controlados, podem ter contribuído para estas diferenças, por exemplo, o tempo em que a broca permaneceu no fruto após sua entrada, uma vez que, um fruto brocado pode estar totalmente destruído pela broca ou pode não ter sofrido dano algum. No município de Marilândia, foram observadas menores perdas. Nesta região a colheita foi antecipada em relação às outras, com diferença de 15 dias, pois já havia uma alta infestação por *H. hampei* e os frutos já estavam maduros. Este fato pode ter dado menos tempo para a broca danificar os grãos e, portanto, havendo menores perdas.

Paulini & Paulino (1979), avaliando os danos em café conilon causados por *H. hampei*, em Marilândia - ES, constataram perdas de 19,5% em massa, quando 85% dos frutos estavam brocados. No entanto, estes pesquisadores permitiram a permanência desta praga em atividade no fruto seco por um período de 6 meses, quando então realizaram o beneficiamento e as avaliações dos danos.

Níveis de infestação de 3 a 5% por *H. hampei*, é comumente o limite usado pelos cafeicultores para se fazer o controle. De fato, estes valores já representam perdas significativas na produção, em média de 0,5 a 1% de perdas de massa do café beneficiado (Figura 2). No entanto, alguns pesquisadores questionam este método de estimativa dos danos econômicos. Teixeira *et al.*

(2006), discutem a possibilidade de incluir o ambiente solo contendo frutos brocados no programa de manejo integrado desta praga pois, segundo estes autores, os frutos brocados no solo contribuem para o surgimento de surtos de infestação por *H. hampei*. Leach (1998), testou modelos para melhorar as recomendações de controle desta praga, incluindo fatores biológicos, sociais e econômicos. Porém Baker (1999) relatou que a complexidade das relações clima-cafeeiro-broca, de fato, impedem o desenvolvimento de métodos simples de amostragem para prever os níveis de infestação e fornecer indicadores de danos econômicos confiáveis para aplicação de medidas de controle.

Os resultados dos percentuais de grãos brocados em função dos níveis de infestação por *H. hampei* (Figura 3) fornecem subsídios para avaliar o café conilon beneficiado, afim de estimar os níveis de infestação que ocorreram nos frutos de origem e respectivas perdas na produção, uma vez que para cada nível de infestação dos frutos, haverá uma correspondência de 52 a 61% de grãos brocados e perda de massa dos grãos de 17,2 a 22,7%. Fornazier *et al.* (2001b), utilizando-se deste recurso, porém, com dados de outros autores, na safra de 1999/2000, verificaram a infestação por *H. hampei* no café armazenado das regiões produtoras de *C. canephora* do Espírito Santo e constataram que em média 9,4% dos grãos estavam brocados, representando uma perda estimada de 216,45 mil sacas de café beneficiadas, de um total de 4,5 milhões de sacas colhidas.

Lucas (1986) relatou que no café arábica, a perda de massa estimada dos grãos, causadas por *H. hampei*, pode chegar a 14,5% do valor do nível de infestação dos frutos. Estes resultados, em comparação com os dados obtidos neste trabalho, sugerem que o café conilon em relação ao arábica, sofre maiores perdas de massa dos grãos devido ao ataque de *H. hampei*. No entanto, outros pesquisadores encontraram valores contrastantes. Reis & Souza (1984) relataram perdas semelhantes às encontradas em *C. canephora*, com média de perda de massa dos grãos de 21% do valor do nível de infestação dos frutos.

O café conilon é considerado por muitos autores como a espécie que sofre maiores danos devido ao ataque de *H. hampei*, quando comparado com café arábica. As regiões de baixas altitudes e temperaturas mais elevadas

onde se cultiva o café conilon, favorece maiores infestações por *H. hampei* (Klein-Koch *et al.*, 1988). Martins & Teixeira (1998) observaram que nas regiões onde se cultivam as duas espécies de café as lavouras de arábica são mais infestadas, o que leva a crer que os maiores prejuízos que ocorrem nas lavouras de conilon estejam mais intimamente associados às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da população da broca que à sua preferência pelo café conilon. No entanto, existem algumas características intrínsecas da espécie *C. canephora* que podem favorecer maiores danos aos frutos desta espécie, tais como, menor conteúdo de umidade dos frutos, permitindo a entrada e reprodução da broca em frutos mais jovens (Mourão, 2002); presença de exocarpo e endocarpo mais delgados, facilitando a penetração do inseto (Paulini *et al.*, 1983) e; maior desuniformidade de maturação dos frutos desta espécie (Damon, 2000), supõe-se que a conjugação desses fatores possibilitem maior número de gerações deste inseto durante o período de tempo em que os frutos possam ser atacados pela broca.

5.2 Perdas qualitativas

A depreciação da qualidade dos grãos de *C. canephora*, é bastante notável quando infestado por *H. hampei*. Os altos percentuais de grãos brocados, número de defeitos e respectivo tipo (Tabela 5 e Figura 3) demonstram uma tendência a ocorrer maiores danos qualitativos na espécie *C. canephora* comparado a *C. arabica*, uma vez que Toledo (1948), estabeleceu que em um máximo de infestação do café em coco, após beneficiado, haverá uma correspondência de aproximadamente 47% dos grãos brocados para a espécie *C. arabica*, enquanto que neste trabalho estes valores alcançaram de 52 a 61% dos grãos (Figura 3). Os frutos de *C. canephora* apresentam normalmente altos índices de café moça (presença de somente uma semente no fruto) (Teixeira *et al.*, 1979), este fato pode explicar a ocorrência de um maior percentual de grãos brocados nesta espécie, uma vez que, como só existe uma semente no fruto, esta provavelmente será danificada pela broca.

As amostras da lavoura de Sooretama apresentaram maiores perdas de massa do café beneficiado em relação as outras duas regiões avaliadas, no

entanto, as perdas qualitativas não ocorreram na mesma proporção, sendo observado maiores perdas de qualidade dos grãos na lavoura de São Gabriel da Palha, seguido por Sooretama e Marilândia com médias semelhantes. Provavelmente, os grãos brocados da lavoura de Sooretama estavam mais frágeis e sofreram maiores perdas no processo de beneficiamento. Assim, muitos grãos brocados se misturaram com a casca, causando uma redução relativa da proporção de grãos brocados no café beneficiado.

A desuniformidade de maturação dos frutos é comum em *C. canephora* (Damon, 2000) e este fato, aliado a lavouras mal manejadas e colhidas precocemente, contribuem para o aparecimento de defeitos principalmente do tipo “preto“ e mal granado (Teixeira *et al.*, 1979) o que impede uma boa qualidade do produto, como pode ser observado na Tabela 5, onde mesmo sem infestação por *H. hampei* a classificação se enquadra no tipo 5/6 (60 defeitos). Assim, somado aos defeitos provocados pelos grãos brocados, em altas infestações por *H. hampei*, o café pode chegar aos tipos 7 a 8, representando desvalorizações de 3,9 a 5,4% do valor do produto (Tabela 6). Em casos em que a soma de defeitos ultrapassam 360, a classificação se enquadra no tipo Abaixo de 8 (AB/8), sendo proibido de ser comercializado, devendo então ser rebeneficiado para enquadramento em tipo (IN N° 8 de 11 de Junho de 2003).

Em *C. arabica*, os trabalhos que revelaram os danos que *H. hampei* causam ao tipo de café, mostraram que em infestações de até 20% dos frutos ocorrem poucas variações na classificação (Souza & Reis, 1980). Nos casos em que a infestação é máxima o café pode chegar ao tipo 8 com 360 defeitos (Lucas, 1986), sendo que Reis & Souza (1984), para as mesmas condições, relataram a ocorrência do tipo 7 com média de 228 defeitos.

Em baixos níveis de infestação, as perdas qualitativas expressaram menor importância comparada às perdas quantitativas, pelo fato de não ocorrer alteração do tipo de café até o nível de 5% de infestação, não havendo, portanto, alteração no preço do produto pago ao cafeicultor (Tabela 6). A classificação do café conilon quanto a qualidade dos grãos, para o mercado consumidor, na maioria dos casos, se restringe ao tipo ou a defeitos, sendo que a qualidade da bebida não é considerada, nem mesmo avaliada, para a

maioria das transações comerciais. Assim, nessas condições, falta incentivo ao cafeicultor para que tenha preocupação com a qualidade do produto, haja visto que, os prejuízos podem nem aparecer em baixos níveis de infestação por *H. hampei*, ou podem ser relativamente baixos em infestações entre 10 a 20 % (Tabela 6).

6 Conclusões

Os níveis de infestação por *H. hampei* de 3 a 5%, já representam danos consideráveis e, portanto, medidas de controle devem ser tomadas para evitar maiores prejuízos.

As perdas quantitativas que ocorrem em *C. canephora* representam a maior parte dos prejuízos causados por *H. hampei*, sendo que a perda da massa dos grãos equivale de 17,9 a 22,7% do valor do nível de infestação dos frutos, enquanto que as perdas qualitativas não causam prejuízos até 5% de infestação dos frutos, e podem causar de 1 a 3,9% de desvalorização do produto em infestações de 10 a 40% dos frutos.

A antecipação da colheita pode ser uma alternativa para reduzir as perdas quantitativas no café conilon causadas por *H. hampei*. No entanto a qualidade do produto pode ficar comprometida nos casos em que houver muitos frutos verdes.

Os resultados deste trabalho poderão ser usados como ferramenta para o manejo integrado de pragas, auxiliando na tomada de decisões para aplicação de controle de *H. hampei*.

7 Referências

- Almeida, P. & R. O. Cavalcante. 1964.** Ensaio de campo com novos inseticidas orgânicos no combate a broca do café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867). Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo 33: 85–90.
- Alonzo, P. 1984.** El problema de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferr.) (Col: Scolytidae) y la caficultura. Aspectos relacionados con importancia, dano, identificación, biología, ecología y control. PROMECAFE., 242p.
- Baker, P. 1984.** Some aspects of the behaviour of the coffee berry borer in relation to its control in Southern Mexico (Coleoptera: Scolytidae). Folia Entomológica Mexicana 61: 9–24.
- Baker, P. 1998.** The biology, ecology and behaviour of the coffee berry borer and its parasitoids. In: Conference on Coffee Berry Borer. Tapachula, Mexico. 64.
- Baker, P. 1999.** The coffee berry borer in Colombia. Rel. téc., CABI Bioscience IPM for coffee project. Chinchiná (Colombia), DFID - Cenicafé. 154p.
- Baker, P. & J. Barrera. 1993.** A field study of a population of Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), in Chiapas, Mexico. Tropical Agriculture (Trinidad) 70: 351–355.
- Baker, P., A. Rivas, R. Balbuena, C. Ley & J. Barrera. 1994.** Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*;

Coleoptera, Scolytidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 71: 201–209.

Baker, P. S., J. Barrera & A. Rivas. 1992. Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries. *Bulletin of Entomological Research*. 82: 145–150.

Barrera, J. 1994. Dynamique des populations du scolyte des fruits du caféier, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), et lutte biologique avec le parasitoïde *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyliidae), au Chiapas, Mexique. 301 pp. Tese de Doutorado, Université Paul-Sabatier, Toulouse III, France.

Barrera, J. F., P. S. Baker, J. E. Valenzuela & A. Schwarz. 1990. Introducción de dos especies de parasitoides africanos a México para el control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera:Scolytidae). *Folia Entomologica Mexicana* 79: 245–247.

Benassi, V. L. R. M. 2000. Aspectos biológicos da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), em *Coffea canephora*. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas, MG. Resumos expandidos. Brasília, D.F. : Embrapa Café; Belo Horizonte. 2: 1490.

Benassi, V. L. R. M., G. N. Pessotti, L. P. Vieira & A. Giacomini. 2003. Queda de frutos de *Coffea canephora* provocada pela broca do café. In: Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil e Workshop internacional de café e saúde (Porto Seguro). Anais. Brasília, DF : Embrapa café. 3: 350-351.

Bustillo, A., R. Cardenas, D. Villalba, P. Benavides, J. Orozco & F. Posada. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Cenicafé, Chinchiná , Colombia. 134 p.

Chalfoun, S., J. Souza & V. d. Carvalho. 1984. Relação entre a incidência da broca, (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) e microorganismos em grãos de café. In: XI - Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Londrina. 149–150.

Clausen, C. 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. Agriculture Handbook. ARS, USDA. Washington DC. 48: 292–294.

Costa, J. N. M., P. A. Ribeiro, R. B. Silva & C. A. D. Teixeira. 2000. Infestação da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) no Estado de Rondônia. In: Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil. Poços de Caldas. Resumos expandidos Embrapa Café. 2: 1213-1214.

Cure, J. R., H. S. S. Ricardo, C. M. Jair, F. V. Evaldo & P. G. Andrew. 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.

Damon, A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Bulletin of Entomological Research 90: 453–465.

De Kraker, J. 1988. The coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferr.): factors affecting emergence and early infestation. Rel. téc., Centro de Investigaciones Ecologicas del Sureste, Tapachula.

Decazy, B. 1989. Le scolyte du fruit du caféier, *Hypothenemus hampei*: considérations sur la lutte intégrée contre ce ravageur. ASIC, Colloque, Paipa. 13: 655–665.

Decazy, B. 1992. Report of the Mission to Togo. CIRAD-IRCC, Montpellier, France. 5-25. .

Fornazier, M., O. Ceotto, A. Andrade Neto & L. Prezotti. 1993. Levantamento populacional da broca-do-café na região serrana do Espírito Santo. In: XII Simpósio de Pesquisa da UFES. Vitória/ES. Anais. 48.

Fornazier, M., D. Martins, L. De Muner, V. Benassi & R. Arleu. 2001a. Infestação de campo da broca-do-café, em café conilon, no estado do Espírito Santo - safra 2000/2001. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória - ES. Anais. 135.

- Fornazier, M., D. S. Martins, L. H. De Muner, R. Arleu, V. Benassi & G. Oliveira. 2001b.** Danos da broca-do-café em café conilon, em nível de propriedade agrícola, no estado do Espírito Santo, Safra agrícola 99/00. In: II Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil - Vitória - ES, volume III. 1466–1469.
- Gama, F., C. A. D. Teixeira, A. Garcia, J. N. M. Costa & D. K. S. Lima. 2005.** Influência do ambiente na diversidade de fungos associados a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) e frutos de *Coffea canephora*. Arq. Inst. Biol, São Paulo 72 (3): 359–364.
- Hargreaves, H. 1926.** Notes on the coffee berry borer *Stephanoderes hampei*, Ferr.. Uganda Bulletin of Entomological Research 16: 347–354.
- Klein-Koch, C., O. Espinoza, A. Tandazo, P. Cisneros & D. Delgado. 1988.** Factores naturales de regulación y control biológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.). Sanidad Vegetal 3: 5–30.
- Leach, A. 1998.** A simulation model for improved ecological and economic recommendations for the control of the coffee berry borer in Mexican coffee. In: Second Intercontinental Conference on Coffee Berry Borer, Tapachula, Mexico. 71–72.
- Lucas, M. B. 1986.** Efeito 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, Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- Martins, D. S. & M. M. Teixeira. 1998.** Levantamento da infestação da broca do café em lavouras de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* cultivados no estado do Espírito Santo. In: XXIV Congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras. Poços de Caldas/MG. Anais. 43–44.
- Matiello, J. B., R. Santinato, A. W. R. Garcia, S. R. Almeida & D. R. Fernandes. 2002.** Cultura de café no Brasil - Novo manual de recomendações. Rio de Janeiro e Varginha - MAPA/PROCAFÉ - 387p.

- Montoya, S. & R. Cárdenas-Murillo. 1994.** Biología de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en frutos de café de diferentes edades. *Cenicafé* 45: 5–13.
- Moore, D. & C. Prior. 1988.** Present status of biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. In: Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases. 1119–1124.
- Mourão, S. A. 2002.** Penetração da Broca (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera: Scolytidae) em Frutos de Café em Diferentes Fases de Crescimento e Seletividade de Defensivos Agrícolas ao Fungo Entomopatogênico *Beauveria bassiana*. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.
- Murphy, S. & D. Moore. 1990.** Biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae): previous programmes and possibilities for the future. *Biocontrol News and Information* 11: 107–117.
- Muñoz, R., A. Andino & R. Zelaya. 1987.** Fluctuación poblacional de la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en la zona de la Yojoa. II Taller International sobre la Broca del Grano del Café. Tapachula, Mexico. : 75–99.
- Mösli, W. S. S. & T. W. Baumann. 1996.** Compartmentation of caffeine and related purine alkaloids depends exclusively on the physical chemistry of their vacuolar complex formation with chlorogenic acids. *Phytochemistry* 42: 985–986.
- Ortiz-Persichino, C. 1991.** Pérdidas por la broca del café en El Soconusco, Chiapas. Informe técnico. Unidad de Estudios Economicos y Sociales, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Mexico. 126 .
- Paulini, A. E. & A. J. Paulino. 1979.** Evolução de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1967) em café conilon armazenado e influência da infestação na queda de frutos. In: VII Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. IBC/Gerca - Araxá (MG). Anais. 285–287.

- Paulini, A. E., A. J. Paulino & J. B. Matiello. 1983.** Evolução da broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1987) em função do grau de maturação do café conilon. In: X Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, MG, Anais. 43.
- R Development Core Team. 2006.** R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- Reis, P. R. & J. C. Souza. 1984.** Pragas do cafeeiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 109: 41–47.
- Ruiz, C. 1995.** Efecto de la fenología del fruto de café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Tese de Mestrado, University of Caldas, Colombia.
- Schmitzet, G. & P. Crisinel. 1957.** La lutte contre *Stephanoderis hampei* Ferr. Publicaciones of the Institut Nacional pour L Etude Agronomique du Congo Belge (INEAC). Serie Scientifique 70: 156–156.
- Souza, J. C. & P. R. Reis. 1980.** Efeito da broca do café, *Hypothenemus hampei*, (Coleoptera: Scolytidae), na produção e qualidade do grão de café. In: VIII Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Araxá - MG. 281–283.
- Souza, J. C. & P. R. Reis. 1997.** Broca-do-café: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. Rel. téc., EPAMIG - 2.ed. Belo Horizonte. 40p.
- Sponagel, K. 1994.** La broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café robusta en la Amazonía Ecuatoriana. Giessen, Germany, Wissenschaftlicher, Fachverlag. 191 p.
- Teixeira, A. A., A. Carvalho & L. C. Fazuoli. 1979.** Avaliação da bebida e outras características de cultivares de *Coffea canephora* e *Coffea congensis*. Bragantia 38: 37–46.
- Teixeira, C. A., O. Souza & J. N. Costa. 2006.** Frutos de Café Conilon Brocados por *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae):

Qual a Importância de sua Queda no Decorrer da Fase de Frutificação?
Neotropical Entomology 35(3): 390–394.

Ticheler, J. 1961. Etude analytique de épidémiologie du scolyte des graines de café *Stephanoderis hampei* Ferr. en Cote d Ivoire. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 61: 1–49.

Toledo, A. A. 1948. Importância econômica da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no Estado de São Paulo. 18: 213–238.

Vega, F. 2004. Encyclopedia of entomology, Vol 1, cap. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers., 575–576.

Vega, F. E., M. B. Blackburn, C. P. Kurtzman & P. F. Dowd. 2003. Identification of a coffee berry borer-associated yeast: does it break down caffeine? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 107: 19–24.

Waterhouse, D. & K. Norris. 1989. Biological control: Pacific prospects. Australian Centre for International Agricultural Research, 56-75.

APÊNDICES A

Tabela 1A: Quadro da ANOVA referente à percentagem de perda de massa do café em coco

FV	GL	QM	Fc	F
Nível de infestação	1	746,39	875,62	<0,01**
Região	2	0,07	0,08	0,91 ^{ns}
Infestação:Região	2	2,46	2,96	0,058 ^{ns}
Resíduo	71	0,85		

**Significativo a 1% de probabilidade

^{ns}Não significativo

Tabela 2A: Quadro da ANOVA referente à percentagem de perda de massa do café beneficiado

FV	GL	QM	Fc	F
Nível de infestação	1	3162,04	1433,62	<0,01**
Região	2	16,71	7,5765	<0,01**
Infestação:Região	2	21,97	9,961	<0,01**
Resíduo	71	2,21		

**Significativo a 1% de probabilidade

Tabela 3A: Quadro da ANOVA referente ao número de defeitos das amostras beneficiadas

FV	GL	QM	Fc	F
Nível de infestação	1	1405090	4979,75	<0,01**
Região	2	8133	28,82	<0,01**
Infestação:Região	2	13820	48,979	<0,01**
Resíduo	70	282		

**Significativo a 1% de probabilidade

Tabela 4A: Quadro da ANOVA referente a percentagem de grãos brocados das amostras beneficiadas

FV	GL	QM	Fc	F
Nível de infestação	1	26785,1	50044,03	<0,01**
Região	2	76,7	14,44	<0,01**
Infestação:Região	2	79,8	15,034	<0,01**
Resíduo	70	5,3		

**Significativo a 1% de probabilidade

APÊNDICES B

Tabela 1B: Classificação do café beneficiado quanto a equivalência de defeitos intrínsecos. Tabela extraída da Instrução Normativa N° 8 de 11 de Junho de 2003

Defeitos	Quantidade	Equivalência
Grão Preto	1	1
Grãos Ardidos	2	1
Couchas	3	1
Grãos Verdes	5	1
Grãos Quebrados	5	1
Grãos Brocados	2 a 5	1
Grãos Mal Granados ou Chochos	5	1

Tabela 2B: Tabela oficial brasileira de classificação de café beneficiado em função dos defeitos/tipo. Tabela extraída da Instrução Normativa Nº 8 de 11 de Junho de 2003

Defeitos	Tipos	Pontos	Defeitos	Tipos	Pontos
4	2	+100	46	5	50
4	2-05	+95	49	5-05	55
5	2-10	+90	53	5-10	60
6	2-15	+85	57	5-15	65
7	2-20	+80	61	5-20	70
8	2-25	+75	64	5-25	75
9	2-30	+70	68	5-30	80
10	2-35	+65	71	5-35	85
11	2-40	+60	75	5-40	90
11	2-45	+55	79	5-45	95
12	3	+50	86	6	100
13	3-05	+45	93	6-05	105
15	3-10	+40	100	6-10	110
17	3-15	+35	108	6-15	115
18	3-20	+30	115	6-20	120
19	3-25	+25	123	6-25	125
20	3-30	+20	130	6-30	130
22	3-35	+15	138	6-35	135
23	3-40	+10	145	6-40	140
25	3-45	+05	153	6-45	145
26	4	Base	160	7	150
28	4-05	05	180	7-05	155
30	4-10	10	200	7-10	160
32	4-15	15	220	7-15	165
34	4-20	20	240	7-20	170
36	4-25	25	260	7-25	175
38	4-30	30	280	7-30	180
40	4-35	35	300	7-35	185
42	4-40	40	320	7-40	190
44	4-45	45	340	7-45	195
			360	8	200
			> 360	Fora de Tipo	