

IVÊNIO RUBENS DE OLIVEIRA

AMOSTRAGEM DE *Leucoptera coffeella* E DE SUAS VESPAS
PREDADORAS NO CAFEEIRO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2003

A Deus, pela suprema orientação e vontade de vencer.

Aos queridos Isaias Roldão de Oliveira (*in memoriam*), Hilda Rangel de Oliveira, Isaias Rubens de Oliveira, Maria José de Jesus (*in memoriam*) e Maria Eni de Oliveira, por toda a educação e incentivo recebidos.

A Marcelo e Kátia por terem sido meus pais adotivos em Viçosa.

AGRADECIMENTO

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela bolsa concedida.

Ao PNP&D-Café pelos recursos e bolsa concedidos.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pela amizade, orientação e confiança depositada. À sua família, Dona Kátia, Mayara, Luíza e Marcelo Filho, pelo convívio sempre alegre e sincero.

Aos professores Raul N. C. Guedes e Profa. Hermínia Emília Prieto Martinez, pela amizade e pelo aconselhamento.

Ao professor Prof. Germano Leão Demolin Leite e à Dra. Terezinha Vinha Zanuncio, pelas críticas, sugestões e participação na banca de defesa da tese.

Ao amigo Marcos Rafael Gusmão pelo companheirismo e valiozíssima ajuda nas análises estatísticas.

Aos amigo André e Leandro Bacci pelo companheirismo e pela valiozíssima ajuda na coleta de dados e na apresentação do seminário de tese.

À secretária da Pós-graduação em Fitotecnia, Mara Rodrigues, pela seriedade na condução do serviço e principalmente pela amizade.

Ao Prof. Tocio Sedyama pela amizade e convívio fraterno.

Aos funcionários do DBA/UFV Maria P. A. da Costa (Dona Paula), Francisco Ribeiro e José Evaristo Lopes, pela amizade e pela cota diária de sorrisos.

Aos colegas do IBGE em Manaus pela amizade e ajuda.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do presente trabalho.

BIOGRAFIA

IVENIO RUBENS DE OLIVEIRA, filho de Isaias Rubens de Oliveira e Eni de Oliveira, nasceu em São Gotardo - MG, no dia 26 de Julho de 1969.

Em 1986, iniciou o curso de Técnico em Agropecuária na Escola Técnica Federal de Bambuí (MG), concluindo-o em dezembro de 1988.

Em 1992, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (MG), concluindo-o em fevereiro de 1997. Durante o curso, estagiou no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Biologia Animal e foi monitor I das disciplinas Entomologia Agrícola e Entomologia Zootécnica.

Em março de 1997, iniciou o curso de mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, obtendo o título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 1999.

Em março de 1999, iniciou o curso de doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, defendendo sua tese em junho de 2003.

Em julho de 2002 foi aprovado em concurso público do IBGE para o cargo efetivo de Tecnologista Júnior. Em setembro de 2002 assumiu a função de analista agrícola na unidade do IBGE em Manaus, AM.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1.1. INTRODUÇÃO	1
1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
2. UNIDADE AMOSTRAL DE <i>Leucoptera coffeella</i> E VESPIDAE PREDADORES EM CAFEEIROS EM FORMAÇÃO E PRODUÇÃO	11
RESUMO	11
2.1. INTRODUÇÃO	12
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.3. RESULTADOS	18
2.4. DISCUSSÃO	32
2.5. BIBLIOGRAFIA CITADA	36

3. PLANOS DE AMOSTRAGEM CONVENCIONAIS E SEQUENCIAIS DE <i>Leucoptera coffeella</i> E VESPIDAE PREDADORES EM CAFEEIROS EM FORMAÇÃO E PRODUÇÃO	42
RESUMO	42
3.1. INTRODUÇÃO	43
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	46
3.3. RESULTADOS	54
3.4. DISCUSSÃO	78
3.5. BIBLIOGRAFIA CITADA	81
4. CONCLUSÕES GERAIS	87

RESUMO

OLIVEIRA, Ivênio Rubens de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2003. **Amostragem de *Leucoptera coffeella* e de suas vespas predadoras no cafeeiro**. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Conselheiros: Raul Narciso Carvalho Guedes e Hermínia Emilia Prieto Martinez.

Os planos usados na amostragem do bicho mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) foram desenvolvidos a partir de unidade amostral que pode não ser a ideal, além de não considerarem fatores da planta que o influenciam. Então foram desenvolvidos dois estudos. O primeiro objetivou a determinação da unidade amostral ideal para *L. coffeella* e vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) em cafeeiros em formação e em produção. O segundo objetivou determinar planos convencionais e seqüenciais de amostragem deste inseto-praga e destes inimigos naturais em lavouras nos mesmos estádios avaliados no primeiro estudo. Em cafeeiros em formação a amostragem de *L. coffeella* e de vespas deve ser realizada nos pares de folhas posicionados nos 6º e 5º nós, respectivamente, de ramos plagiotrópicos primários localizados no terço mediano do dossel, na face leste das plantas. Em cafeeiros em produção a amostragem de *L. coffeella* e de Vespidae pode ser realizada nos terços mediano e basal do dossel. Em ambos os terços, a amostragem do bicho mineiro e de suas vespas predadoras deve ser realizada nos pares de folhas posicionados nos 3º e 5º nós, respectivamente, na face oeste das plantas. No terço

mediano, a amostragem de *L. coffeella* deve ser realizada nos ramos plagiotrópicos primários e a de vespas, nos ramos plagiotrópicos secundários. No terço basal, tanto a amostragem do bicho mineiro, como a de suas vespas predadoras, deve ser feita nos ramos plagiotrópicos secundários. Dentre os planos convencionais, tanto para cafeeiros em formação como em produção, só foram praticáveis os de contagens de minas de *L. coffeella*. São requeridas 49 amostras/talhão para amostragem convencional do bicho mineiro no terço mediano de cafeeiros em formação, e, 60 amostras/talhão no terço mediano de cafeeiros em produção. Os planos de amostragem seqüenciais do bicho mineiro e de Vespidae, tanto em cafeeiros em formação como em produção, foram praticáveis exigindo-se normalmente de 5 a 24 amostras/talhão para tomada de decisão baseada na praga e 7 a 28 amostras/talhão para a tomada de decisão baseada na população do predador. Além disso, esses planos geraram, em mais de 90% das situações, tomadas de decisão adequadas ao manejo do bicho mineiro, com economia de mais de 80% do tempo e custo de amostragem, em relação aos planos convencionais mais praticáveis.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Ivênio Rubens de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, June of 2003. **Sampling of *Leucoptera coffeella* and predatory wasps on coffee plants.** Adviser: Marcelo Coutinho Picanço. Committee members: Raul Narciso Carvalho Guedes and Hermínia Emilia Prieto Martinez.

The sampling plans today used for the *Coffea* leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) were developed with sampling unit that cannot be the ideal, besides they not consider the plant factors influencing this plan. Thus, two studies were carried out. The first aimed to determine the sample units for *L. coffeella* and predatory wasps on coffee plants during crop formation and crop production. The second aimed to determine the conventional and sequential sampling plans for the pest and its predatory wasps (Hymenoptera: Vespidae) on crop during the same stages studied first. During the crop formation, the sampling of *L. coffeella* and wasps should be performed on the 6^o and 5^o leaf pairs, respectively, both located on the primary plagitropic branches and on the east plant face of the medium canopy part. The sampling should be performed on the 3^o and 5^o leaf pairs, respectively, on the west plant face. In the medium part of the canopy, the sampling of *L. coffeella* should be performed on the primary plagiotropic branches and the sampling of wasps on the secondary plagiotropic branches. In the lower part of the canopy, the sampling of *L. coffeella* and wasps should be performed on the secondary

plagiotropic branches. The conventional sampling plans were only practicable to count of *L. coffeella* mines. It is required 49 and 60 samples/field for conventional sampling to Coffea leafminer on the medium part of canopy on coffee plants during crop formation and crop production, respectively. The sequential plans to sample the Coffea leafminer and wasps were practicable requiring 5 to 24 samples/field for making decision based on pest and 7 to 28 samples/field for making decision based on wasps. In addition, these plans generated in more than 90% of the simulations, correct making decision for Coffea leafminer, with economy of more than 80% of the sampling time and cost in relation to the conventional sampling plans practicable.

1. INTRODUÇÃO

O bicho mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) é uma das pragas mais importantes do café *Coffea arabica* nos principais países produtores, sendo que no Brasil é considerada uma das pragas-chave da cultura. O bicho mineiro é uma espécie monófaga de origem africana, tendo sido constatada no Brasil em 1851. Até 1970, suas infestações no país eram consideradas esporádicas e explicadas como um desequilíbrio entre a praga e seus inimigos naturais. Entretanto, com a introdução da ferrugem do cafeeiro, o aumento do espaçamento entre fileiras e o plantio em regiões de clima mais seco, ela passou a constituir-se praga-chave da cultura (Sperr, 1950; Paulini *et al.*, 1976; Thomaziello, 1987; Parra *et al.*, 1995; Reis & Souza, 1996; Souza *et al.*, 1998; Gallo *et al.*, 2002).

Seu ciclo biológico varia de 19 a 87 dias (ovo: 5-10 dias, larva: 9-40 dias e pupa: 4-26 dias) e a longevidade do adulto é de 15 dias. O número de gerações por ano, nas condições de campo, é de 8 a 12. Já em condições de laboratório, podem ocorrer até 17 gerações por ano (Sperr, 1950; Parra *et al.*, 1995; Gallo *et al.*, 2002). As lagartas abrem galerias nas folhas (minas), onde se alimentam e se desenvolvem, acarretando redução da área fotossintética e queda prematura das folhas, principalmente quando as minas se localizam próximas ao pecíolo (Reis & Souza, 1996; Souza *et al.*, 1998).

O prejuízo imediato causado pelo bicho mineiro é a redução de produção das plantas, prejuízo este que depende da época do ano em que ocorre o ataque

deste inseto-praga à cultura. Se a queda de folhas ocorre até o mês de julho, não ocorre a formação normal dos botões florais e não há frutificação. Se a queda foliar ocorre entre agosto e outubro haverá a formação dos botões florais normais, porém ocorre baixo vingamento de frutos (Souza *et al.*, 1998). Resultados obtidos por Reis *et al.* (1984) mostram uma queda de 67% de folhas de cafeeiros, atacados em outubro, na época da primeira florada, o que provocou uma redução de 50% na produtividade das plantas. Quando a queda foliar foi superior a 50%, em julho, a redução na produção chegou até 80%. De forma geral têm-se verificado que o ataque do bicho mineiro ao cafeeiro causa prejuízos que variam de 34,3 a 41,5% na produtividade das plantas (Paulini *et al.*, 1976; Thomaziello, 1987; Reis & Souza, 1996; Gallo *et al.*, 2002). Além do prejuízo na produção, tem-se a queda do rendimento do café produzido, sendo necessário maior quantidade de café em coco para obtenção de uma saca de café beneficiado. Também tem-se verificado que o ataque do bicho mineiro causa redução na longevidade do cafeeiro, pois a planta despenderá de muito mais energia para recuperar as perdas por quedas foliares, prejudicando o seu crescimento (Souza *et al.*, 1998).

Entre os fatores mais importantes na determinação da intensidade de ataque do bicho mineiro ao cafeeiro estão os inimigos naturais. Nesse sentido, Pereira (2002) verificou, em estudo de tabela de vida ecológica do bicho mineiro, que o controle natural é responsável, durante o ano, por cerca de 95% de controle do bicho mineiro, sendo que os fatores mais importantes de controle deste inseto-praga são as chuvas, os inimigos naturais e os distúrbios fisiológicos do inseto, sugerindo que estes estejam relacionados à toxinas presentes nas folhas do cafeeiro. Os inimigos naturais do bicho mineiro são entomopatógenos (vírus, bactérias e fungos), himenópteros parasitóides e predadores de larvas e de pupas.

Os predadores do bicho mineiro são ácaros e tripes predadores de ovos, e, vespas predadores de larvas. Dentre os predadores, as vespas (Hymenoptera: Vespidae) são os inimigos naturais mais importantes (Pereira, 2002), sendo *Protonectarina sylveirae* (De Saussure), *Brachygastra lecheguana* (Latreille), *Synoeca surinama cyanea* (Fab.), *Polybia scutellaris* (White) e *Eumenes* sp. As espécies mais importantes (Souza *et al.*, 1998; Leite *et al.*, 2001; Pereira, 2002). Esses insetos têm a capacidade de encontrar a praga dentro das minas, ainda em sua forma larval e predá-la (Souza, 1979; Gravena, 1983; Campos *et al.*, 1989;

Gravena, 1992; Leite *et al.*, 2001; Pereira, 2002). As vespas predadoras voam e procuram pelo inseto por entre as plantas, localizando folhas de café que estejam com lesões. Havendo lagartas do bicho mineiro, retiram-nas das minas, ingerindo-as em seguida. Em condições favoráveis, esses inimigos podem reduzir o ataque do bicho mineiro em até 69% (Gravena, 1983; Souza *et al.*, 1998).

Em função dos prejuízos provocados pelo bicho mineiro, os cafeicultores adotam medidas de controle. Dois sistemas de controle são adotados: o sistema convencional e o Manejo Integrado de Pragas (MIP). No sistema convencional, um inseto ou ácaro é considerado praga quando se constata sua presença no agroecossistema, e a decisão de controlá-los é tomada com base apenas no “bom senso” do agricultor, o qual adota quase que exclusivamente, o controle químico como única tática de controle. Entretanto, muitas vezes, nesse sistema os cafeicultores têm tido dificuldades de controlar esse inseto-praga levando ao uso indiscriminado de inseticidas. Nesse sentido, em muitas regiões, têm-se verificado até 15 aplicações de inseticidas por ano para o controle do bicho mineiro, sem contudo obter-se sucesso. Fato este que onera a produção e acarreta sérios problemas ecotoxicológicos (Gusmão *et al.*, 2000; Fragoso *et al.*, 2002).

Uma opção ao sistema convencional seria adoção do MIP, no qual um ácaro ou inseto fitófago só é considerado praga quando ocasiona danos econômicos. O MIP tem por objetivo preservar e incrementar os fatores de mortalidade natural das pragas, usando de forma integrada táticas de controle selecionadas com base em parâmetros técnicos, econômicos, ecológicos e sociológicos (Pedigo, 1988; Dent, 1993). No MIP, o melhor momento para aplicação de inseticidas é determinado pelo monitoramento das densidades populacionais dos insetos-praga e de seus inimigos naturais, as quais são comparadas com índices de tomada de decisão: nível de ação ou nível de controle (NC) e nível de não ação (NNA). O NC corresponde a intensidade de ataque da praga face a qual devemos adotar medidas de controle. O NNA corresponde a densidade populacional do inimigo natural capaz de controlar a praga. Deve-se controlar a praga quando sua densidade populacional for igual ou superior ao nível de controle e a densidade populacionais dos inimigos naturais inferior ao nível de não ação. Portanto, o controle de pragas deve basear-se em pesquisas que permitam o desenvolvimento de metodologia de amostragem de suas

populações e de seus inimigos naturais (Hillhous & Pitre, 1974; Crocomo, 1990; Picanço & Guedes, 1999; Picanço *et al.*, 2000; Picanço *et al.*, 2001).

Para desenvolvimento de um programa de manejo integrado de *L. coffeella* para cafeeiros é fundamental o desenvolvimento de um plano de amostragem para determinação de sua intensidade de ataque. Em termos estatísticos, a técnica de avaliação amostral que melhor estima a densidade populacional do inseto deve levar em consideração a representatividade, a precisão, o custo e a distribuição estatística dos dados, de forma a dar subsídio para uma tomada de decisão eficiente e barata (Pedigo, 1988; Schuster, 1998; Crespo, 2003).

Existem publicações determinando planos de amostragem para o bicho mineiro em cafeeiros (Gravena, 1983; Vilacorta & Tornero, 1982; Vilacorta & Gutierrez, 1989; Bearzoti & Aquino, 1994; Vilacorta & Wilson, 1994; Vieira Neto *et al.*, 1999). Tais planos são baseados nas folhas mais adequadas a realização de avaliação do estado nutricional das plantas (Lott *et al.*, 1956; Hiroce, 1983; Malavolta, 1993), unidade esta que pode não ser a mais adequada para amostragem do bicho mineiro. Outro critério que é adotado nesses planos de amostragem é de que sejam amostrados os locais de maior ocorrência do bicho mineiro e de predação por vespas. Recomendações essas, que são totalmente inadequadas, uma vez que a técnica de avaliação amostral que melhor estima a densidade populacional de um inseto deve levar em consideração a representatividade, a precisão, o custo e a distribuição estatística dos dados, de forma a dar subsídio para uma tomada de decisão eficiente e barata. Assim, pode ser que o local de maior intensidade de ataque da praga não reúna tais pré-requisitos, não sendo, portanto, nestas situações, o mais adequado para a amostragem das pragas e de seus inimigos naturais. Também nesses planos de amostragem não têm sido considerados outros fatores da planta como idade da lavoura (formação ou produção), tipo de ramo (plagiotrópico primário ou plagiotrópico secundário) e face de exposição das folhas a insolação (no nascente ou no poente), os quais devem influir na unidade mais adequada a ser utilizada na amostragem do bicho mineiro e vespas predadoras nos cafezais. Tais estudos não têm sido realizados, possivelmente, devido a grande dificuldade de determinação da densidade absoluta do bicho mineiro e de vespas predadoras no cafeeiro. Essa planta pode ter cerca de até 5000 folhas, o que demanda um grande esforço na

coleta e análise dos dados para obtenção dessas densidades. Entretanto, sem realização desses estudos não é possível a determinação da unidade ideal a compor os planos de amostragem do bicho mineiro e de seus inimigos naturais.

Após determinação da unidade amostral ideal do bicho mineiro e de vespas predadoras é necessário a determinação de planos de amostragem usando tal unidade (Fowler & Lynch, 1987). Existem dois tipos de plano de amostragem para a estimativa relativa das populações de insetos: o plano convencional e o plano seqüencial.

O plano convencional representa o ponto inicial de geração de sistemas de tomada de decisão em programas de manejo integrado por ser de fácil adoção. Ele permite a determinação de parâmetros essenciais ao estabelecimento de planos seqüenciais, como nível de controle, unidade e técnica amostral (Pedigo *et al.*, 1982). O plano seqüencial foi desenvolvido para a indústria bélica (Wald, 1945) e adaptado para uso em programas de MIP por requerer menor esforço do que programas com número fixo de amostras, como o plano de amostragem convencional (Waters, 1955; Ruesink & Kogan, 1982). Os planos de amostragem seqüenciais podem utilizar contagens (número de minas) ou presença/ausência de ataque. Como já relatado, existem planos de amostragem seqüencial para o bicho mineiro (Gravena, 1983; Vilacorta & Tornero, 1982; Vilacorta & Gutierrez, 1989; Bearzoti & Aquino, 1994; Vilacorta & Wilson, 1994; Vieira Neto *et al.*, 1999), porém, estes partem de uma amostra que pode não ser a ideal para este inseto, além de não considerarem fatores da planta que podem influenciar tal unidade amostral. Com relação aos planos de amostragem de Vespidae estes são feitos utilizando-se o mesmo plano do bicho mineiro, o que pode também não ser adequado.

Para preencher parte dessa lacuna desenvolveu-se este estudo, cuja apresentação foi dividida em dois capítulos: no primeiro objetiva-se a determinação da unidade amostral ideal para *L. coffeella* e vespas predadoras em cafeeiros em formação e em produção. Já o segundo capítulo, trata da determinação de planos sequenciais de amostragem desse inseto-praga e desses inimigos naturais em lavouras nesses estádios.

1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEARZOTI, E.; AQUINO, L.H. Plano de amostragem seqüencial para avaliação da infestação de bicho-mineiro (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, n.5, p.695-705, 1994.

CAMPOS, O.; DECAZY, G.B.; CARRILLO, E. Dinámica poblacional del minador de la hoja del caféto *Leucoptera coffeella* y sus enemigos naturales en la Zona de Nuevo San Carlos, Retalhuleu, Guatemala. *Turrialba*, v.39, p.393-399, 1989.

CRESPO, A.B. Unidade amostral de *Neoleucinodes elegantalis* em tomateiro. Viçosa: UFV, 2003. (Dissertação de Mestrado).

CROCOMO, W.B. O que é manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B. (Ed.). *Manejo integrado de pragas*. Jaboticabal: UNESP, 1990. p.9-34.

DENT, D. *Insect pest management*. Trowbridge: Reedwood, 1993. 604p.

FOWLER, G.W.; LYNCH, A.M. Sampling plans in insect pest management based on Wald's sequential probability ratio test. *Environmental Entomology*, v.16, n.2, p.345-354, 1987.

- FRAGOSO, D.B.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C.; ZAMBOLIM, L. Insecticide use and organophosphate resistance in Coffea leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). Bolletín of Entomological Research, v.92, p.203-212, 2002.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R.L.P., BATISTA, G.C., BERTI FILHO, E., PARRA, J.R.P., ZUCCHI, R.A., ALVES, S.B., VENDRAMIM, J.D., MARCHINI, L.C., LOPES, J.R.S., OMOTO, C. Manual de entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GRAVENA, S. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842): I- Dinâmica populacional e inimigos naturais. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.12, n.1, p.61-67, 1983.
- GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. Jaboticabal: UNESP, 1992. (Boletim Técnico, 4).
- GUSMÃO, M.R.; PICANÇO M.C.; GONRING A.H.R.; MOURA, M.F. Seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras do bicho mineiro do cafeeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.4, p.681-686, 2000.
- HILLHOUS, T.L.; PITRE, H.N. Comparison of sampling techniques to obtain measurements of insect populations on soybeans. Journal of Economic Entomology, v.67, n.3, p.411-414, 1974.
- HIROCE, R. Diagnóse foliar em cafeeiro. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A. (Eds.). Nutrição e adubação do cafeeiro. Piracicaba: POTAFOS, 1983. p.117-137.
- LEITE, G.L.D.; OLIVEIRA, I.R.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Comportamento de predação de *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae) em mostarda. Agro Ciencia, Concepcion, Chile, v. 17, n. 1, p.11-19, 2001.

- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDCALF, J.C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas: IAC, 1956. 29p. (Boletim Técnico, 79).
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas máximas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p.
- PARRA, J.R.P.; LARA, F.M.; SILVEIRA NETO, S.; Tabela de vida de fertilidade de *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) em três temperaturas. Revista Brasileira de Entomologia, v.39, n.1, p.125-129, 1995.
- PAULINI, A.E.; MATIELLO, J.B.; PAULINO, J.B. Oxicloreto de cobre como fator de aumento da população de bicho mineiro do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, 1976, Caxambu, MG. Resumos..., p.48-49.
- PEDIGO, L.P. Entomology and pest management. New York: Macmillan, 1988. 646p.
- PEDIGO, L.P.; BUTIN, G.D.; BECHINSKI, E.J. Flushing technique and sequential-count plan for green cloverworm (Lepidoptera: Noctuidae) months in soybeans. Environmental Entomology v.11, p.1223-1228, 1982.
- PEREIRA, E.G. Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica*. Viçosa, MG: UFV, 2002. (Dissertação de Mestrado).
- PICANÇO, M.C.; GUEDES, R.N.C. Manejo integrado de pragas no Brasil: situação atual, problemas e perspectivas. Ação Ambiental, v.2, n.4, p.23-26, 1999.
- PICANÇO, M.C.; GUSMÃO, M.R.; GALVAN, T.L. Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado de doenças,

pragas e ervas daninhas. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2000, p.275-324.

PICANÇO, M.C.; SILVA, F.M.; GALVAN, T.L. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central. In: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. 1ed., Visconde do Rio Branco: Suprema, 2001, p.427-480.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Manejo integrado do bicho mineiro das folhas do cafeeiro e seu reflexo na produção de café. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.25, n.1, p.77-82, 1996.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C.; MELLES, C.C.A. Pragas do cafeeiro, Informe Agropecuário, v.10, p.3-57, 1984.

RUESINK, W.G.; KOGAN, M. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. In: METCALF, R.; LUCKMAN, W. (Eds.). Introduction to insect pest management. John Wiley, New York, 1982. p.315-352.

SCHUSTER, D.J. Intraplant distribution of immature lifestages of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. Environmental Entomology, v.27, n.1, p.1-9, 1998.

SOUZA, J.C. Levantamento, identificação e eficiência dos parasitos e predadores do "bicho mineiro" das folhas do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no estado de Minas Gerais. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, O.L.R. Bicho mineiro: biologia, danos e manejo integrado. 2ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48p.

SPERR, M. Observações relativas à biologia do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro, *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1942) (Lepidoptera: Buccolatricidae). Arquivos do Instituto Biológico, v.19, n.3, p.31-47, 1950.

- THOMAZIELLO, R.A. Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas em café. In. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS, 1, 1987, Campinas, SP. Anais ..., p.155-170.
- VIEIRA NETO, J.; AQUINO, L.H.; BEARZOTI, E.; SOUZA, J.C. Otimização da amostragem seqüencial para o monitoramento do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) em Lavras, Minas Gerais. Ciência e Agrotecnologia, v.23, n.3, p.707-718, 1999.
- VILACORTA, A.; GUTIERREZ, A.P. Presence-absence sampling decision rules for the damage caused by the Coffea miner (*Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville, 1942). Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.24, p.517-525, 1989.
- VILACORTA, A.; TORNERO, M.T.T. Plano de amostragem seqüencial de dano causado por *Perileuoptera coffeella* no Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.17, n.9, p.1249-1260, 1982.
- VILACORTA, A.; WILSON, L.T. Plano de amostragem seqüencial de presença-ausência do dano causado pelo bicho mineiro *Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.23, n.2, p.277-284, 1994.
- WALD, A. Sequential test of statistical hypotheses. Annual of Mathematics Statistical, v.16, n.2, p.117-186, 1945.
- WATERS, W.E. Sequential sampling in forest insect surveys. Forest Science, v.1, n.1, p.68-79, 1955.

UNIDADE AMOSTRAL DE *Leucoptera coffeella* E VESPAS PREDADORAS EM CAFEEIROS EM FORMAÇÃO E EM PRODUÇÃO

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi determinar a melhor unidade para amostragem do bicho mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e de vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) em cafeeiros em formação e em produção. Para tanto, avaliaram-se, em duas lavouras (uma em cada estágio) no Campus da UFV, as densidades absolutas (na planta) e relativas (em cada unidade amostral) do bicho-mineiro (minas com lagartas) e de Vespidae (minas predadas). Foram realizadas análises de correlação e de regressão linear simples entre as densidades relativas e absolutas. Em cafeeiros em formação, a amostragem de *L. coffeella* e de Vespidae deve ser realizada nos pares de folhas posicionados nos 6º e 5º nós de ramos plagiotrópicos primários localizados no terço mediano do dossel, na face leste das plantas. Em cafeeiros em produção a amostragem de *L. coffeella* e de Vespidae pode ser realizada nos terços mediano e basal do dossel. Em ambos os terços, a amostragem do bicho mineiro e de suas vespas predadoras deve ser realizada nos pares de folhas posicionados nos 3º e 5º nós, respectivamente, na face oeste das plantas. No terço mediano, a amostragem de *L. coffeella* deve ser realizada nos ramos plagiotrópicos primários e a de vespas, nos ramos plagiotrópicos secundários. No terço basal, tanto a amostragem do bicho mineiro, como a de suas vespas predadoras, deve ser feita nos ramos plagiotrópicos secundários.

2.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da cafeicultura nas últimas décadas, incluiu o uso maciço de praguicidas na busca constante de garantir altos índices de produtividade e manter a margem lucrativa desta atividade agrícola. Isso ocorreu em função dos grandes prejuízos provocados pelos insetos e ácaros pragas mais importantes e que levaram os agricultores a adotarem medidas de controle. Tal situação ocorre, sobretudo, devido o ataque do bicho mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) considerada uma das pragas-chave da cultura. Dois sistemas de controle são adotados: o sistema convencional e o Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Pedigo, 1988; Dent, 1993; Reis & Souza, 1996; Souza *et al.*, 1998; Picanço & Guedes 1999, Picanço et al. 2001, Gallo *et al.*, 2002; Picanço et al. 2002).

No sistema convencional, um inseto ou ácaro é considerado praga quando constata-se sua presença no agroecossistema e a decisão de controlá-los é tomada com base apenas no “bom senso” do agricultor, o qual adota, quase que exclusivamente, o controle químico como única tática de controle. O desconhecimento de aspectos da biologia de *L. coffeella* por cafeicultores e as dificuldades de controlá-lo contribuem para o uso indiscriminado de inseticidas na cultura do café. A adoção do sistema convencional para o manejo de dessa praga traz com muita frequência problemas econômicos, uma vez que são realizadas pulverizações em momentos inadequados, quando a praga ainda não

está presente em condições de causar prejuízos à lavoura ou quando a sua densidade já é alta o suficiente para causar prejuízos numa situação irreversível. Além dos prejuízos econômicos, o uso excessivo de inseticidas pode comprometer a qualidade da água, do ar e do solo interferindo na harmonia do ambiente e saúde do homem (Gusmão *et al.*, 2000; Fragoso *et al.*, 2002).

Uma opção ao sistema convencional seria adoção do MIP no qual um ácaro ou inseto fitófago só é considerado praga quando ocasiona danos econômicos. O MIP tem por objetivo preservar e incrementar os fatores de mortalidade natural das pragas usando de forma integrada táticas de controle selecionados com base em parâmetros técnicos, econômicos, ecológicos e sociológicos (Pedigo, 1988; Dent, 1993).

As táticas de controle de uso planejado, como a resistência de plantas, o controle biológico e práticas culturais, podem contribuir para manter as densidades populacionais de organismos fitófagos abaixo do nível de dano econômico. Todavia, a maioria dessas táticas são preventivas, e mesmo sendo utilizadas de forma correta, os organismos fitófagos podem ainda atingir o status de praga. Nessa situação, segundo a filosofia do MIP, deve-se adotar uma medida de controle terapêutica, sendo, neste caso, o controle químico o mais empregado. Logo, a escolha do inseticida a ser usado, assim como o melhor momento de sua aplicação, é de extrema importância para se ter eficiência de controle, agredindo o mínimo possível o ambiente (Kovach *et al.*, 1992).

No MIP, o melhor momento para aplicação de inseticidas é determinado pelo monitoramento das densidades populacionais dos insetos-praga e de seus inimigos naturais, as quais são comparadas com índices de tomada de decisão: nível de controle ou nível de ação (NC) e nível de não ação (NNA). O NC corresponde a intensidade de ataque da praga face a qual devemos adotar medidas de controle. O NNA corresponde a densidade populacional do inimigo natural capaz de controlar a praga. Deve-se controlar a praga quando sua densidade populacional for igual ou superior ao nível de controle e a densidade populacionais dos inimigos naturais inferior ao nível de não ação. Portanto, o controle de pragas deve-se basear em pesquisas que permitam o desenvolvimento de metodologia de amostragem de suas populações e de seus inimigos naturais

(Hillhous & Pitre, 1974; Crocomo, 1990; Picanço & Guedes, 1999; Picanço *et al.*, 2000; Picanço *et al.*, 2001). Já se sabe de alguns casos em que o uso adequado do MIP reduz o número de pulverizações em mais de 90% e ainda incrementa a população de inimigos naturais (Imenes *et al.*, 1992).

Para a adoção do MIP no manejo de *L. coffeella* é fundamental o desenvolvimento de plano de amostragem para determinação da intensidade de ataque à cultura como para seus inimigos naturais mais importantes. Entre os inimigos naturais mais importantes do bicho mineiro estão as vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae), sobretudo em períodos de baixa ocorrência de chuvas, quando ocorrem as maiores intensidades de ataque deste inseto-praga ao cafeeiro (Pereira, 2002). Para seleção da melhor unidade a compor os planos de amostragem, é necessário o uso dos critérios de representatividade, de precisão e de custo, de forma a dar subsídio para uma tomada de decisão eficiente e barata (Pedigo, 1988; Schuster, 1988; Crespo, 2003). Entretanto, tais critérios não foram ainda utilizados na determinação da unidade amostral ao compor planos de amostragem para o bicho mineiro e seus predadores Vespidae em cafeeiros. Um exemplo desse fato é o uso do 3º ou 4º par de folhas totalmente expandidas a partir do ápice dos ramos do cafeeiro como unidade de amostragem desses insetos. Indicação essa que é baseada nas folhas mais adequadas a realização de avaliação do teor de nutrientes (Lott *et al.*, 1956; Hiroce, 1983; Malavolta, 1993). A única publicação que tenta abordar, de forma sucinta, qual seria a folha mais adequada para a amostragem do bicho mineiro e das vespas predadoras foi realizada por Gravena (1983), o qual indica que a amostragem deve ser feita do 3º ao 5º par de folhas, apesar de seus resultados não subsidiarem tal recomendação.

Outro critério que é adotado nesses planos de amostragem é de que sejam amostrados os locais de maior ocorrência do bicho mineiro e de predação por vespas. Recomendações essas que são também inadequadas, uma vez que nem sempre o local de maior ataque é que melhor representa a variação da densidade absoluta desses insetos na planta. Também nesses planos de amostragem não têm sido considerado outros fatores da planta como idade da lavoura (formação ou produção), tipo de ramo (plagiotrópico primário ou plagiotrópico secundário) e

face de exposição das folhas a insolação (no nascente ou no poente), os quais devem influir na unidade mais adequada a ser utilizada na amostragem do bicho mineiro e dos Vespidae nos cafezais. Tais estudos não têm sido realizados, possivelmente, devido a grande dificuldade de determinação das densidades absolutas do bicho mineiro e das vespas predadoras no cafeeiro. Já que essas plantas, dependendo do estágio, podem ter até mais de 5000 folhas, o que demanda um grande esforço na coleta e na análise dos dados para obtenção dessas densidades. Entretanto, sem realização desses estudos não é possível a determinação da unidade ideal a compor os planos de amostragem do bicho mineiro e das vespas predadoras.

Assim, esse trabalho teve como objetivo determinar a unidade ideal para compor plano de amostragem de *L. coffeella* e das Vespas predadoras em lavouras em produção e em formação.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em duas lavouras de *Coffea arabica*, uma em formação e outra em produção, no Campus da Universidade Federal de Viçosa, MG, no período de agosto a outubro de 2001. Essas lavouras não eram irrigadas e eram formadas por plantas com variedades ou linhagens derivadas do Catuaí, suscetíveis ao ataque do bicho mineiro. O espaçamento utilizado era de 3,0 x 1,0 m e os tratos culturais eram realizados conforme Zambolim (2001).

Nas lavouras, avaliaram-se as densidades de minas com lagartas de *L. coffeella* e de minas predadas por adultos de vespas predadoras, as quais apresentam-se rendilhadas (Pereira, 2002). As amostras foram coletadas equidistantemente ao longo e entre as linhas de plantio, de modo a obter pontos sistematizados de amostragem (Barrigossi, 1997). Foram avaliadas 34 plantas na lavoura em formação e 43 plantas na lavoura em produção. Esse foi o número máximo que foi possível avaliar utilizando-se até 10 pessoas, já que as plantas possuíam até 5000 folhas e cada pessoa era capaz, no máximo, de avaliar uma planta durante um dia de trabalho. Os fatores em estudo foram terços do dossel (apical, mediano e basal), tipo de ramo (plagiotrópico primário e plagiotrópico secundário), orientação da face de exposição a luz solar (leste ou oeste) e posição das folhas no ramo (pares de folhas totalmente expandidas posicionados do 3º ao 6º nó, a partir do ápice do ramo).

Para seleção da unidade para amostragem de *L. coffeella* e dos Vespidae, foram calculadas suas densidades absolutas em termos de minas por planta e suas densidades relativas em cada unidade amostral. Os dados das densidades relativas do bicho mineiro e das vespas predadoras em cada unidade amostral, foram submetidos a análise de correlação e de regressão linear simples, em função das densidades absolutas do inseto na planta.

Para seleção da unidade ideal para amostragem *L. coffeella* e de Vespidae foi usado o critério de representatividade. Por esse critério foram selecionadas unidades amostrais cujas densidades relativas mais representaram as variações ocorridas na densidade absoluta. Para tanto, foram selecionadas unidades amostrais que apresentaram correlações significativas ($p < 0,05$) com a densidades absolutas do bicho mineiro e das vespas predadoras na planta e que na análise de regressão linear apresentaram os maiores coeficientes angulares a $p < 0,05$. Procedimentos esses que foram propostos por Podoler & Rogers (1975) para seleção da fase ou fator de mortalidade (fase crítica e fator-chave) mais representativos da variação da mortalidade total de um organismo em estudos de tabelas de vida ecológicas. Assim, no presente trabalho propõe-se o uso desses métodos estatísticos para seleção de unidade a compor plano de amostragem pelo critério de representatividade, já que pretende-se selecionar que componente (unidade amostral) representa melhor a variação total (densidade absoluta).

2.3. RESULTADOS

2.3.1. LAVOURA EM FORMAÇÃO

Na lavoura em formação verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre as densidades absolutas de *L. coffeella* na planta com as densidades relativas deste inseto nos três terços dossel. Na lavoura nesse estágio, o coeficiente angular da curva de regressão das densidades relativas do bicho mineiro no terço médio foi maior do que nos demais terços do dossel (Tabela 1). Assim, na lavoura em formação o terço mediano do dossel foi o que melhor representou a intensidade de ataque do bicho mineiro às plantas do cafeeiro.

No terço médio da lavoura em formação, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* com as densidades relativas deste inseto em ambas as faces das plantas (leste e oeste). Porém, o coeficiente angular, o R^2 e o F da curva de regressão das densidades relativas de minas de *L. coffeella* nas folhas que se expõe à face leste da planta, foram maiores que as da face oeste (Tabela 2). Assim, em lavoura em formação a amostragem do bicho mineiro deve ser realizada em folhas expostas na face leste da planta.

Verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* no terço médio do dossel com as densidades deste inseto tanto nos ramos plagiotrópico primários como nos plagiotrópicos secundários. O coeficiente angular da curva de regressão das densidades relativas do bicho mineiro em função das densidades absolutas deste inseto nos ramos plagiotrópicos primários foi maior do que nos ramos plagiotrópicos secundários

Tabela 1. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de *Leucoptera coffeella* (minas com lagartas/folha) e de Hymenoptera: Vespidae (minas predadas/folha) na planta com as densidades relativas nos terços do dossel e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em formação. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
<i>(Leucoptera coffeella)</i>								
Terços do Dossel								
Apical	0,71	5,74	<0,0001	0,0170	0,73 (0,6-0,86)	0,51	33,04	<0,0001
Mediano	0,82	8,09	<0,0001	0,0004	1,25 (1,09-1,41)	0,67	65,43	<0,0001
Basal	0,76	6,62	<0,0001	0,0189	0,78 (0,66-0,9)	0,58	43,82	<0,0001
(Hymenoptera: Vespidae)								
Apical	0,62	4,47	<0,0001	0,002	0,91 (0,71-1,11)	0,38	19,95	<0,0001
Mediano	0,85	9,15	<0,0001	-0,013	1,75 (1,56-1,94)	0,72	83,95	<0,0001
Basal	0,61	4,40	<0,0001	0,003	0,72 (0,56-0,88)	0,38	19,36	0,0001

Tabela 2. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de *Leucoptera coffeella* (minas com lagartas/folha) no terço mediano do dossel com as densidades relativas nas unidades amostrais e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em formação. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
Orientação de exposição das folhas ao sol								
Leste	0,81	7,74	<0,0001	-0,52	0,89 (0,77-1,00)	0,65	59,89	<0,0001
Oeste	0,53	3,58	0,0006	6,23	0,72 (0,52-0,93)	0,29	12,81	0,0011
Tipo de ramo								
Plagiotrópico primário	0,82	8,23	<0,0001	0,05	1,11 (0,97-1,25)	0,68	67,75	<0,0001
Plagiotrópico secundário	0,32	1,84	0,0379	0,01	1,18 (1,08-1,28)	0,10	3,38	0,0759
Nó em que as folhas se posicionavam no ramo								
3°	0,39	2,38	0,0117	1,35	0,37 (0,21-0,52)	0,15	5,66	0,0234
4°	0,47	2,97	0,0028	6,36	0,79 (0,52-1,06)	0,22	8,84	0,0056
5°	0,65	4,85	0,0007	7,42	2,13 (1,69-2,57)	0,42	23,49	<0,0001
6°	0,71	5,63	0,0008	0,25	2,71 (2,23-3,19)	0,50	31,66	<0,0001

(Tabela 2). Assim, em lavoura em formação a amostragem do bicho mineiro deve ser realizada em folhas pertencentes aos ramos plagiotrópicos primários.

Na lavoura em formação, verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* no terço mediano do dossel com as densidades relativas deste inseto no 3º, 4º, 5º e 6º nós de inserção foliar nos ramos. A curva de regressão das densidades relativas do bicho mineiro em função das densidades absolutas deste inseto no par de folhas localizadas no 6º nó apresentaram maiores inclinações, R^2 e F, do que as curvas do demais nós (Tabela 2). Assim, em lavoura em formação a amostragem do bicho mineiro deve ser realizada em folhas pertencentes ao 6º nó.

Verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, com as intensidades parciais de controle deste predador nos três terços dossel (Tabela 3). A curvas de regressão das densidades relativas do bicho mineiro em função das densidades absolutas deste inseto nas folhas localizadas no terço mediano do dossel apresentou maiores coeficientes de inclinação, R^2 e F, do que as curvas dos terços apical e basal do dossel (Tabela 1). Assim, em lavoura em formação, a amostragem de vespas predadoras deve ser realizada em folhas do terço mediano do dossel.

Verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre a intensidade de predação do bicho mineiro, por Vespidae, no terço mediano do dossel com as intensidades de controle deste predador, tanto para a face das plantas que se expõe à leste quanto às que se expõe à oeste. Mas a curva de regressão da intensidade de minas predadas na face leste apresentou maiores coeficiente angular, R^2 e F que a da face oeste (Tabela 3). Assim, em lavoura em formação a amostragem de vespas predadoras deve ser realizada em folhas expostas na face leste da planta.

Na lavoura em formação, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre a intensidade de predação do bicho mineiro por Vespidae no terço mediano do dossel com as intensidades de controle deste predador nos ramos plagiotrópicos primários, sendo que não observou-se correlação significativa ($p > 0,05$) com as folhas localizadas nos ramos plagiotrópicos secundários (Tabela 3). Assim, em lavoura em formação, a amostragem de vespas predadoras deve ser realizada em folhas localizadas nos ramos plagiotrópicos primários.

Tabela 3. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de Hymenoptera: Vespidae (minas predadas/folha) no terço mediano do dossel com as densidades relativas nas unidades amostrais e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em formação. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
Orientação de exposição das folhas ao sol								
Leste	0,80	7,42	<0,0001	-0,23	0,80 (0,70-0,91)	0,63	55,00	<0,0001
Oeste	0,60	4,22	0,0001	2,08	0,86 (0,66-1,07)	0,36	17,84	0,0002
Tipo de ramo								
Plagiotrópico primário	0,88	10,39	<0,0001	*	*	*	*	*
Plagiotrópico secundário	0,21	1,17	0,1264	*	*	*	*	*
Nó em que as folhas se posicionavam no ramo								
3°	0,53	3,54	0,0006	-1,75	0,72 (0,52-0,92)	0,28	12,52	0,0013
4°	0,46	2,93	0,0031	-0,17	0,93 (0,61-1,25)	0,21	8,61	0,0061
5°	0,55	3,76	0,0003	0,09	2,06 (1,51-2,61)	0,31	14,12	0,0007
6°	0,35	2,11	0,0215	2,98	1,46 (0,76-2,16)	0,12	4,44	0,0430

* Não foi realizada análise de regressão por já ter sido selecionada unidade amostral pela análise de correlação.

Na lavoura em formação, verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre a intensidade de predação do bicho mineiro por Vespidae no terço mediano do dossel com as intensidades de controle deste predador nos 3º, 4º, 5º e 6º nós de inserção foliar nos ramos das plantas. A curva de regressão das densidades relativas do bicho mineiro em função das densidades absolutas deste inseto em folhas localizadas no 5º nó apresentou maiores inclinação, R^2 e F do que as curvas dos demais nós (Tabela 3). Assim, em lavoura em formação, a amostragem de vespas predadoras deve ser realizada em folhas posicionadas no 5º nó.

Portanto na lavoura em formação a melhor unidade amostral de *L. coffeella* foi o 6º par de folhas de ramos plagiotrópicos primários localizados no terço mediano do dossel e expostas na face leste da planta. Já para amostragem de vespas predadoras em lavouras nesse estágio a melhor unidade amostral também foi em folhas de localização semelhante a anterior, porém no par de folhas posicionado no 5º nó.

2.3.2. LAVOURA EM PRODUÇÃO

Na lavoura em produção, verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre as densidades absolutas de *L. coffeella* na planta com as densidades relativas deste inseto nos três terços dossel. As curvas de regressão das densidades relativas do bicho mineiro nessa lavoura nos três terços do dossel em função das densidades absolutas nas plantas apresentaram semelhantes coeficientes angulares, mas os valores de R^2 e de F, foram maiores nos terços mediano e basal do dossel (Tabela 4). Assim, para lavouras em produção a amostragem do bicho mineiro pode ser realizada em folhas dos terços mediano e basal do dossel.

Tabela 4. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de *Leucoptera coffeella* (minas com lagartas/folha) e de Hymenoptera: Vespidae (minas predadas/folha) na planta com as densidades relativas nos terços do dossel e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em produção. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
(<i>Leucoptera coffeella</i>)								
Terços do Dossel								
Apical	0,65	5,48	<0,0001	0,0113	0,88 (0,69-1,08)	0,35	20,29	<0,0001
Mediano	0,85	10,51	<0,0001	0,0004	0,93 (0,80-1,05)	0,58	50,77	<0,0001
Basal	0,97	24,00	<0,0001	-0,0075	1,14 (1,03-1,25)	0,73	102,33	<0,0001
(Hymenoptera: Vespidae)								
Terços do Dossel								
Apical	0,86	10,79	<0,0001	0,0078	0,93 (0,81-1,05)	0,63	61,94	<0,0001
Mediano	0,89	12,76	<0,0001	-0,0039	1,05 (0,96-1,14)	0,77	127,32	<0,0001
Basal	0,90	12,86	<0,0001	-0,0010	0,88 (0,80-0,97)	0,76	115,91	<0,0001

No terço mediano do dossel de cafeeiros em produção, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* com as densidades relativas deste inseto apenas para as folhas localizadas na face oeste da planta. Assim, as folhas expostas na face oeste das plantas foram as que melhor representaram o ataque de *L. coffeella*. Neste terço do dossel, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* com as densidades relativas deste inseto tanto para ramos plagiotrópicos primários como para plagiotrópicos secundários. Porém, o coeficiente angular, o R^2 e o F da curva de regressão das densidades relativas de minas de *L. coffeella* nos ramos plagiotrópicos primários, foram maiores que os de ramos plagiotrópicos secundários. Verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* no terço mediano do dossel com as densidades relativas deste inseto no 3º, 4º, 5º e 6º nós de inserção foliar nos ramos. A curva de regressão das densidades relativas do bicho mineiro em função das densidades absolutas deste inseto no par de folhas localizado no 3º nó foi a única significativa a $p < 0,05$ (Tabela 5). Assim, no terço mediano de cafeeiros em produção, o bicho mineiro deve ser amostrado no 3º par de folhas expostas na face oeste das plantas e pertencentes a ramos plagiotrópicos primários.

No terço basal do dossel de cafeeiros em produção verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* com as densidades relativas deste inseto para as folhas localizadas em ambas as faces, leste e oeste, da planta. Entretanto, o coeficiente angular, o R^2 e o F da curva de regressão das densidades relativas de minas de *L. coffeella* em folhas localizadas na face oeste da planta, foram maiores que os localizados na face leste. Neste terço do dossel, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* com as densidades relativas deste inseto tanto para ramos plagiotrópicos primários como para plagiotrópicos secundários. Porém, o coeficiente angular, o R^2 e o F da curva de regressão das densidades relativas de minas de *L. coffeella* nos ramos plagiotrópicos secundários, foram maiores que os de ramos plagiotrópicos primários. Também verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre as densidades de *L. coffeella* com as densidades relativas deste inseto no 3º, 4º, 5º e 6º nós de inserção foliar nos ramos. A curva de regressão das densidades relativas do bicho mineiro em função das densidades absolutas deste inseto no par de folhas localizado no 3º nó, apresentou maiores coeficiente angular, R^2 e F (Tabela 6). Assim, no terço basal

Tabela 5. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de *Leucoptera coffeella* (minas com lagartas/folha) no terço mediano do dossel com as densidades relativas nas unidades amostrais e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em produção. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
Orientação de exposição das folhas ao sol								
Leste	0,24	1,53	0,0667	*	*	*	*	*
Oeste	0,95	19,61	<0,0001	*	*	*	*	*

Tipo de ramo								
Plagiotrópico primário	0,58	3,88	0,0003	-0,75	1,45 (1,08-1,82)	0,33	15,06	0,0005
Plagiotrópico secundário	0,36	2,20	0,0175	0,40	0,57 (0,31-0,83)	0,13	4,86	0,0349

Nó em que as folhas se posicionavam no ramo								
3°	0,56	4,28	0,0001	0,34	0,89 (0,68-1,10)	0,31	18,28	0,0001
4°	0,20	1,28	0,1039	*	*	*	*	*
5°	0,67	5,86	<0,0001	2,22	0,88 (0,22-1,53)	0,05	1,79	0,1887
6°	0,53	4,01	0,0001	2,66	0,71 (-0,06-1,48)	0,02	0,85	0,3612

* Não foi realizada análise de regressão por já ter sido selecionada unidade amostral pela análise de correlação.

Tabela 6. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de *Leucoptera coffeella* (minas com lagartas/folha) no terço basal do dossel com as densidades relativas nas unidades amostrais e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em produção. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
Orientação de exposição das folhas ao sol								
Leste	0,44	3,08	0,0019	0,77	0,18 (0,12-0,23)	0,20	9,45	0,0039
Oeste	0,97	27,56	<0,0001	-0,55	1,58 (1,52-1,64)	0,95	759,32	<0,0001

Tipo de ramo								
Plagiotrópico primário	0,61	4,97	<0,0001	1,21	0,31 (0,24-0,37)	0,38	24,65	<0,0001
Plagiotrópico secundário	0,97	26,15	<0,0001	0,01	0,95 (0,92-0,99)	0,94	26,14	<0,0001

Nó em que as folhas se posicionavam no ramo								
3°	0,84	9,86	<0,0001	0,08	0,92 (0,83-1,01)	0,70	97,34	<0,0001
4°	0,67	5,80	<0,0001	1,21	0,80 (0,54-1,06)	0,20	9,41	0,0040
5°	0,86	10,62	<0,0001	0,63	1,45 (0,97-1,92)	0,20	9,23	0,0044
6°	0,26	1,70	0,0484	3,76	1,43 (0,06-2,80)	0,03	1,08	0,3053

de cafeeiros em produção, o bicho mineiro deve ser amostrado no 3º par de folhas expostas na face oeste das plantas e pertencentes a ramos plagiotrópicos secundários.

Observaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro, por Vespidae, nas plantas com as intensidades parciais de controle deste predador nos três terços do dossel na lavoura em produção. As curvas de regressão das taxas de predação parciais do bicho mineiro em lavouras em produção nos três terços do dossel em função da taxa total de predação, por Vespidae, nas plantas, apresentaram semelhantes coeficientes angulares, mas com valores de R^2 e de F maiores, nos terços mediano e basal do dossel (Tabela 4). Assim, para lavouras em produção, os terços mediano e basal do dossel representam melhor a intensidade total de predação do bicho mineiro, por Vespidae, nas plantas do cafeeiro.

No terço mediano do dossel de cafeeiros em produção, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, com as intensidades parciais de controle deste predador para as folhas localizadas, tanto na face leste como na face oeste da planta. Porém, o coeficiente angular da curva de regressão da predação do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, na face oeste das plantas, foi maior que os da face leste. Assim, as folhas expostas na face oeste das plantas foram as que melhor representaram a taxa de predação de *L. coffeella* por vespas. Neste terço do dossel, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, com as intensidades parciais de controle deste predador tanto para ramos plagiotrópicos primários como para plagiotrópicos secundários. Embora os coeficientes angulares das curvas de regressão da predação do bicho mineiro por vespas tenham sido semelhantes, o R^2 e o F nos ramos plagiotrópicos secundários, foram maiores que os de ramos plagiotrópicos primários. Também verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, com as intensidades parciais de controle deste predador nos 3º, 4º, 5º e 6º nós de inserção foliar nos ramos. Entretanto, o coeficiente angular, o R^2 e o F da curva de regressão da predação do bicho mineiro por vespas em folhas localizadas no 5º nó foram maiores que nos demais (Tabela 7). Assim, no terço mediano de cafeeiros em produção, a predação do bicho mineiro por vespas deve ser amostrada no 5º par de folhas expostas na face oeste das plantas e pertencentes a ramos plagiotrópicos secundários.

Tabela 7. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de Hymenoptera: Vespidae (minas predadas/folha) no terço mediano do dossel com as densidades relativas nas unidades amostrais e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em produção. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
Orientação de exposição das folhas ao sol								
Leste	0,71	6,38	<0,0001	0,10	0,75 (0,63-0,87)	0,50	40,63	<0,0001
Oeste	0,75	7,17	<0,0001	0,11	1,14 (0,98-1,29)	0,49	37,18	<0,0001
Tipo de ramo								
Plagiotrópico primário	0,45	2,73	0,0053	1,86	0,72 (0,46-0,98)	0,20	7,45	0,0105
Plagiotrópico secundário	0,72	5,95	<0,0001	0,52	0,77 (0,64-0,90)	0,53	35,41	<0,0001
Nó em que as folhas se posicionavam no ramo								
3°	0,78	7,94	<0,0001	0,48	0,73 (0,63-0,82)	0,61	63,04	<0,0001
4°	0,85	10,46	<0,0001	0,82	1,47 (1,17-1,77)	0,37	24,18	<0,0001
5°	0,61	4,92	<0,0001	-0,29	2,02 (1,79-2,24)	0,66	78,78	<0,0001
6°	0,81	8,88	<0,0001	0,44	1,22 (0,96-1,48)	0,35	22,20	<0,0001

No terço basal do dossel de cafeeiros em produção, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, com as intensidades parciais de controle deste predador para as folhas localizadas, tanto na face leste como na face oeste da planta. Os coeficiente angular, R^2 e F da curva de regressão da predação do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, na face oeste das plantas, foram maiores que os da face leste. Assim, as folhas expostas na face oeste das plantas foram as que melhor representaram a taxa de predação de *L. coffeella* por vespas. Neste terço do dossel, verificou-se correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, com as intensidades parciais de controle deste predador tanto para ramos plagiotrópicos primários como para plagiotrópicos secundários. Mas o coeficiente angular, o R^2 e o F da curva de regressão da predação do bicho mineiro por vespas nos ramos plagiotrópicos secundários, foram maiores que nos ramos plagiotrópicos primários. Verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) entre a predação total do bicho mineiro nas plantas, por Vespidae, com as intensidades parciais de controle deste predador nos 3º, 4º, 5º e 6º nós de inserção foliar nos ramos. Porém, o coeficiente angular, o R^2 e o F da curva de regressão da predação do bicho mineiro por vespas em folhas localizadas no 5º nó foram maiores que nos demais (Tabela 8). Assim, no terço basal de cafeeiros em produção, a predação do bicho mineiro por vespas deve ser amostrada no 5º par de folhas expostas na face oeste das plantas e pertencentes a ramos plagiotrópicos secundários.

Tabela 8. Correlações de Pearson entre as densidades absolutas de Hymenoptera: Vespidae (minas predadas/folha) no terço basal do dossel com as densidades relativas nas unidades amostrais e curvas de regressão destas densidades relativas em função das densidades absolutas em cafeeiros em produção. Viçosa, MG, 2001

Unidade amostral	Correlação de Pearson			Equações de regressão linear				
	r	t	p	Intercepto	Inclinação	R ²	F	p
Orientação de exposição das folhas ao sol								
Leste	0,70	6,10	<0,0001	-0,25	0,72 (0,60-0,84)	0,49	37,18	<0,0001
Oeste	0,80	8,58	<0,0001	0,32	1,05 (0,93-1,18)	0,64	73,67	<0,0001
Tipo de ramo								
Plagiotrópico primário	0,47	3,40	0,0008	0,44	0,45 (0,32-0,59)	0,22	11,52	0,0015
Plagiotrópico secundário	0,94	17,86	<0,0001	0,04	0,84 (0,79-0,89)	0,89	318,71	<0,0001
Nó em que as folhas se posicionavam no ramo								
3°	0,70	6,28	<0,0001	0,58	0,74 (0,61-0,87)	0,46	34,37	<0,0001
4°	0,89	12,19	<0,0001	-0,26	1,56 (1,43-1,69)	0,78	148,62	<0,0001
5°	0,91	13,69	<0,0001	-0,92	2,87 (2,66-3,08)	0,82	187,04	<0,0001
6°	0,64	5,16	<0,0001	0,90	1,74 (1,40-2,08)	0,41	26,62	<0,0001

2.4. DISCUSSÃO

Em cafeeiros em formação a melhor unidade para amostragem de *L. coffeella* e de Vespidae foi os pares de folhas posicionados nos 6^o e 5^o nós, respectivamente, de ramos plagiotrópicos primários localizados no terço mediano do dossel, expostos na face leste das plantas.

Em cafeeiros em produção a amostragem de *L. coffeella* e de Vespidae pode ser realizada nos terços mediano ou basal do dossel. Se esta for realizada no terço mediano, ela deve ser feita no par de folhas posicionado no 3^o nó de ramos plagiotrópicos primários e com exposição na face oeste das plantas, para o bicho mineiro; e no par de folhas posicionado no 5^o nó de ramos plagiotrópicos secundários e com exposição na face oeste das plantas, para as vespas predadoras. Entretanto se essa for realizada no terço basal, ela deve ser feita no par de folhas posicionado no 3^o nó de ramos plagiotrópicos secundários e com exposição na face oeste das plantas, para o bicho mineiro; e no par de folhas posicionado no 5^o nó de ramos plagiotrópicos secundários e com exposição na face oeste das plantas, para as vespas predadoras.

A observação destas unidades como ideais para amostragem do bicho mineiro e de Vespidae predadores, deve-se a estas representarem melhor a flutuação das densidades absolutas destes insetos na planta. Portanto, em plantas mais infestadas pelo bicho mineiro ou com maior predação por vespas ocorrerá também maiores densidades destes insetos nesta unidade amostral. Também em

plantas com baixo ataque do bicho mineiro ou pequena predação por vespas ocorrerão baixas densidades destes insetos. Assim, pode-se inferir que todos os fatores que afetam as densidades absolutas desses insetos nas plantas de café também afetarão semelhantemente as densidades relativas destes nas unidades amostrais selecionadas. Fato esse que não ocorre com igual intensidade em outras partes da planta (Bechinski & Pedigo, 1982; Pedigo, 1988; Schuster, 1998; Crespo, 2003).

Na lavoura em formação o terço mediano foi o ideal para amostragem do bicho mineiro e de vespas predadoras. Portanto, em plantas de café nesse estágio a variação das densidades desses insetos nos terços apical e basal é diferente da variação destas densidades em toda planta. Assim, fatores como chuvas, toxinas presentes nas folhas, nutrientes, aleloquímicos e ação de inimigos naturais devem afetar estes insetos de forma diferencial nesses dois terços do dossel. Dessa forma, pode-se supor que os efeitos de elementos climáticos, como as chuvas, terão nesses terços impactos diferentes do impacto médio ocorrido na planta como um todo. Impactos esses que deverão ser mais intensos no ápice das plantas pelas folhas estarem mais expostas a ação das chuvas e outros intempéries climáticos. Fato inverso deve ocorrer no terço basal (Villacorta, 1980; Oliveira & Alves, 1988; Carracedo *et al.*, 1991; Nestel *et al.*, 1994; Pereira, 2002).

Com relação ao efeito do terço do dossel sobre a intensidade de ataque do bicho mineiro ao cafeeiro, Reis & Souza (1996) e Souza *et al.* (1998) relatam que o bicho mineiro prefere as folhas dos terços apical e mediano do dossel. Gravena (1983) relata que a maior intensidade de ataque do bicho mineiro ocorre nos terço apical e basal do dossel. Já Batista (1987) e Oliveira & Alves (1988) relatam que o bicho mineiro ataca principalmente folhas localizadas no terço basal do dossel. Gravena (1983), Reis & Souza (1996) e Souza *et al.* (1998) relatam que a maior intensidade de predação do bicho mineiro por Vespidae ocorre no terço apical do dossel.

Como observado no presente trabalho, Pereira (2002), usando tabela de vida ecológica para o bicho mineiro, também verificou taxas de predação do bicho mineiro, por vespas, semelhantes nos terços do dossel.

De forma geral as folhas expostas na face leste foram melhores para amostragem do bicho mineiro e de Vespidae do que aquelas expostas a oeste, na lavoura em formação. O inverso ocorreu na lavoura em produção. Portanto, pode-se inferir que há uma mudança na concentração do ataque da face leste para a face oeste das plantas, a medida que as plantas crescem. Este fato, possivelmente, devido às mudanças no microclima, principalmente, queda na luminosidade e temperatura. Isto, associado a outros fatores tais como macroclima, toxinas foliares, estado nutricional devem afetar estes insetos de forma diferente do que ocorre na planta como um todo. Assim, espera-se uma influência direta tanto sobre a atividade de vôo de adultos do bicho mineiro como de vespas predadoras. Como exemplo desta ação pode-se citar o efeito negativo de baixas temperaturas sobre o vôo de adultos de Lepidoptera, como o bicho mineiro, e de vespídeos, os quais têm maior ocorrências na face da planta que recebe sol pela manhã (Ghule *et al.*, 1989; Castellon Rojas, 1990; Heinrich, 1996; Leite *et al.* 2001; Pereira, 2002).

As folhas inseridas nos ramos plagiotrópicos primários foram melhores para amostragem do bicho mineiro no terço mediano do dossel, tanto para lavouras em formação quanto para lavoura em produção. Em lavouras mais novas, é maior a concentração deste tipo de ramos, portanto é natural que uma concentração maior de ataque ocorra nestes ramos, bem como maior taxa de predação do bicho mineiro por vespas. A medida que as plantas envelhecem, maior número de ramos secundários surgem, principalmente nos terços médio e basal, o que explica maior ataque em folhas de ramos plagiotrópicos secundários, o que deve afetar estes insetos de forma diferencial nestes ramos do que na planta como um todo. Tal resultado deve estar associado ao fato de que esses ramos estão em franco desenvolvimento e se encontram na porção mais externa do dossel da planta, portanto, mais acessível aos adultos do bicho mineiro e das vespas.

As unidades ideais para amostragem do bicho mineiro e das vespas predadoras, na lavoura em formação, foi os pares de folhas posicionados nos 6^o e 5^o nós, respectivamente, e nos 3^o e 5^o nós, respectivamente, na lavoura em produção. Unidades essas, que diferem das recomendações encontradas nos

trabalhos da área entomológica, baseados em estudos sobre a avaliação de amostra adequada a amostragem do teor de nutrientes nas folhas (Gravena, 1983; Villacorta & Tornero, 1982; Villacorta & Gutierrez, 1989; Bearzoti & Aquino, 1994; Villacorta & Wilson, 1994; Vieira Neto *et al.*, 1999). Portanto os fatores do ambiente que influenciam o ataque do bicho mineiro e a predação por vespas, no cafeeiro, devem influenciar estes insetos de forma diferencial nas folhas muito velhas e muito novas do que na planta como um todo. Como possível mecanismo deste fenômeno poderíamos citar a alta ocorrência de toxinas e baixos teores de nutrientes em folhas velhas, como também a grande exposição a intempéries climáticas e biológicas nas folhas localizadas nas extremidades dos ramos.

Levando-se em consideração o critério de que a unidade ideal para amostragem das pragas e de seus inimigos naturais além de representativa deve ser rápida e barata. Então o ideal é a seleção de unidade que possibilite a amostragem conjunta do bicho mineiro e das vespas predadoras. Assim considerando-se essa amostragem conjunta, observou-se que nos cafeeiros em produção a amostragem desses insetos pode ser realizada em folhas pertencentes aos terços mediano e basal do dossel. Se essa amostragem for realizada no terço mediano do dossel de cafeeiros em produção esta deve ser feita no par de folhas do 3º nó de ramos plagiotrópicos primários e expostas na face oeste da planta. Entretanto, se a amostragem for realizada em folhas do terço basal do dossel também deve ser feita na face oeste da planta, mas no par de folhas do 3º nó de ramos plagiotrópicos secundários.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRIGOSI, J.A.F. Development of an integrated pest management for the Mexican bean beetle (*Epilachna varivestis* Mulsant) as a pest of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Lincoln: UNL, 1997, 125p. (Thesis of Philosophy in Entomology).
- BATISTA, L. Incidencia del minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella*) en tres niveles de las plantas de dos variedades de café bajo sombra. Ciencias de la Agricultura, v.30, p.132-133, 1987.
- BEARZOTI, E.; AQUINO, L.H. Plano de amostragem seqüencial para avaliação da infestação de bicho-mineiro (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, n.5, p.695-705, 1994.
- BECHINSKI, E.J., PEDIGO, L.P. Evaluation of methods for sampling predatory arthropods in soybeans. Environmental Entomology, v.11, n.3, p.756-761, 1982.
- CARRACEDO, C.J.; ZORRILLA, M.; OLIVA, A. Influencia de algunos factores ecologicos en las fluctuaciones poblacionales del minador de la hoja del cafeto en el Tercer Frente, Santiago de Cuba. Revista Baracoa. v.21, n.1, p.7-29, 1991.

- CASTELLON ROJAS, A. Efeito de práticas culturais sobre a infestação do bicho-mineiro, *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Meneville), em cafeeiro, *Coffea arabica* L. Viçosa: UFV, 1990. 32p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CRESPO, A.B. Unidade amostral de *Neoleucinodes elegantalis* em tomateiro. Viçosa: UFV, 2003. (Dissertação de Mestrado em Entomologia).
- CROCOMO, W.B. O que é manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B. (Ed.). Manejo integrado de pragas. Jaboticabal: UNESP, 1990. p.9-34.
- DENT, D. Insect pest management. Wallingford: CAB International, 1993, 604p.
- FRAGOSO, D.B.; GUEDES, R.N.C.; PIKANÇO, M.C.; ZAMBOLIM, L. Insecticide use and organophosphate resistance in Coffea leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). Bolletín of Entomological Research, v.92, p.203-212, 2002.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R.L.P., BATISTA, G.C., BERTI FILHO, E., PARRA, J.R.P., ZUCCHI, R.A., ALVES, S.B., VENDRAMIM, J.D., MARCHINI, L.C., LOPES, J.R.S., OMOTO, C. Manual de entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GHULE, B.D.; JAGTAP, A.B.; DHUMAL, V.S.; DEOKAR, A.B. Influence of weather factors on the incidence of leaf miner (*Approaerema modicella* Deventer) on groundnut. Journal of Oilseeds Research, v.6, n.1, p.17-21; 1989..
- GRAVENA, S. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842): I- Dinâmica populacional e inimigos naturais. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.12, n.1, p.61-67, 1983.

- GUSMÃO, M.R.; PICANÇO M.C.; GONRING A.H.R.; MOURA, M.F. Seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras do bicho mineiro do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.4, p.681-686, 2000.
- HEINRICH, B. *The thermal warriors: strategies of insect survival*. 1nd Ed. Cambridge: Harvard University, 1996. 221p.
- HILLHOUS, T.L.; PITRE, H.N. Comparison of sampling techniques to obtain measurements of insect populations on soybeans. *Journal of Economic Entomology*, v.67, n.3, p.411-414, 1974.
- HIROCE, R. Diagnose foliar em cafeeiro. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A. (Eds.). *Nutrição e adubação do cafeeiro*. Piracicaba: POTAFOS, 1983. p.117-137.
- IMENES, S.D.L.; CAMPOS, T.B.; TAKEMATSU, A.P.; BERGMANN, E.C.; SILVA, M.A.D. Efeito do manejo integrado na população de pragas e inimigos naturais na produção de tomate estaqueado. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.59, n.1, p.1-7, 1992.
- KOVACH, J.C.; DEGNI, J.; TETTE, J. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bull., Cornell Univ., Ithaca, NY*, n.139, 1992, 16p.
- LEITE, G.L.D.; OLIVEIRA, I.R.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Comportamento de predação de *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae) em mostarda. *Agro Ciencia, Concepcion, Chile*, v. 17, n. 1, p.11-19, 2001.
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDCALF, J.C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas: IAC, 1956. 29p. (Boletim Técnico, 79).

- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas máximas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p.
- NESTEL, D; DICKSCHEN, F.; ALTIERI, M.A. Seasonal and spatial population loads of a tropical insect: the case of the coffee leaf-miner in Mexico. *Ecological Entomology*, v.19, n.2, p.159-167, 1994.
- OLIVEIRA, M.A.S.; ALVES, P.M.P. Flutuação populacional do bicho mineiro *Perileucoptera coffeella* Guerin-Meneville, 1842, em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA/Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de Porto Velho, 1988. (Comunicado Técnico, 54).
- PEDIGO, L.P. Entomology and pest management. New York: Macmillan, 1988. 646p.
- PEREIRA, E.G. Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica*. Viçosa, MG: UFV, 2002. (Dissertação de Mestrado).
- PICANÇO, M.C.; GUEDES, R.N.C. Manejo integrado de pragas no Brasil: situação atual, problemas e perspectivas. *Ação Ambiental*, v.2, n.4, p.23-26, 1999.
- PICANÇO, M.C.; GUSMÃO, M.R.; GALVAN, T.L. Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado de doenças, pragas e ervas daninhas. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2000, p.275-324.
- PICANÇO, M.C.; SILVA, F.M.; GALVAN, T.L. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central. In: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. 1ed., Visconde do Rio Branco: Suprema, 2001, p.427-480.

- PICANÇO, M.C.; PEREIRA, E.J.G.; CRESPO, A.L.B.; SEMEÃO, A.A.; BACCI, L. Manejo integrado das pragas das fruteiras tropicais. In: ZAMBOLIM, L. Manejo integrado Fruteiras Tropicais: doenças e pragas. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2002, p.513-578.
- PODOLER, H.; ROGERS, D. A new method for the identification of key factors from life-table data. *Journal of Animal Ecology*, v.44, n.1, p.85-114, 1975.
- REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Manejo integrado do bicho mineiro das folhas do cafeeiro e seu reflexo na produção de café. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.25, n.1, p.77-82, 1996.
- SCHUSTER, D.J. Intraplant distribution of immature lifestages of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Environmental Entomology*, v.27, n.1, p.1-9, 1998.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, O.L.R. Bicho mineiro: biologia, danos e manejo integrado. 2ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48p.
- SPERR, M. Observações relativas à biologia do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro, *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1942) (Lepidoptera: Buccolatricidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, v.19, n.3, p.31-47, 1950.
- VIEIRA NETO, J.; AQUINO, L.H.; BEARZOTI, E.; SOUZA, J.C. Otimização da amostragem seqüencial para o monitoramento do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.23, n.3, p.707-718, 1999.
- VILLACORTA, A. Alguns fatores que afetam a população estacional de *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) no norte do Paraná. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.9, n.1, p.23-32, 1980.

VILACORTA, A.; GUTIERREZ, A.P. Presence-absence sampling decision rules for the damage caused by the Coffea miner (*Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville, 1942). Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.24, p.517-525, 1989.

VILACORTA, A.; TORNERO, M.T.T. Plano de amostragem seqüencial de dano causado por *Perileucoptera coffeella* no Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.17, n.9, p.1249-1260, 1982.

VILACORTA, A.; WILSON, L.T. Plano de amostragem seqüencial de presença-ausência do dano causado pelo bicho mineiro *Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.23, n.2, p.277-284, 1994.

ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2001. 648p.

PLANOS DE AMOSTRAGEM CONVENCIONAIS E SEQUENCIAIS DE
Leucoptera coffeella E VESPIDAE PREDADORES EM CAFEEIROS EM
FORMAÇÃO E PRODUÇÃO

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi determinar planos de amostragem convencionais e seqüenciais para o bicho mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) em cafeeiros em formação e produção. Para tanto, avaliaram-se as densidades do bicho mineiro (minas com lagartas) e de Vespidae (minas predadas) no 6º par de folhas do terço mediano (lavouras em ambos estádios) do dossel. Foram avaliadas 250 plantas em 18 lavouras (10 em formação e 8 em produção) em Viçosa e São Gotardo, MG. Num total de 13000 folhas pertencentes a 4500 plantas. Dentre os planos convencionais, tanto para cafeeiros em formação como em produção, só foram praticáveis os de contagens de minas de *L. coffeella*. São requeridas 49 amostras/talhão para amostragem convencional do bicho mineiro no terço mediano de cafeeiros em formação e 60 amostras/talhão no terço mediano de cafeeiros em produção. Os planos de amostragem seqüenciais do bicho mineiro e de vespas, tanto em cafeeiros em formação como em produção, foram praticáveis exigindo-se normalmente de 5 a 24 amostras/talhão para tomada de decisão baseada na praga e 7 a 28 amostras/talhão para a tomada de decisão baseada na população do predador. Além disso, esses planos geraram em mais de 90% das situações tomadas de decisão adequadas ao manejo *L. coffeella* com economia de mais de 80% do tempo e custo de amostragem em relação aos planos convencionais mais praticáveis.

3.1. INTRODUÇÃO

A implantação de programa de manejo do bicho mineiro na cultura do cafeeiro é uma necessidade que visa a redução da quantidade de inseticidas aplicados nas lavouras, de modo a reduzir os impactos ambientais e aumentar a lucratividade desta cultura. A decisão de controlar ou não uma praga é em função do dano econômico. Segundo Stone & Pedigo (1972), esse dano é definido como o valor das perdas causadas por inseto-praga, que corresponde ao seu custo de controle. A razão entre o custo de controle da praga e o valor de comercialização do produto é chamada de limiar de ganho. O número de insetos necessário para produzir perdas equivalentes ao limiar de ganho é o nível de controle da praga (Higley & Pedigo, 1996). O nível de controle para bicho mineiro tem sido objeto de vários estudos (Villacorta & Tornero, 1982; Gravena, 1992; Souza *et al.*, 1998), mas estudos acerca da amostragem ainda são poucos em função do universo de conhecimentos que pode ser obtido nesta área. A necessidade de se conhecer quais os fatores que interferem na intensidade de ataque de *L. coffeella* à cultura do café, torna-se de grande relevância diante da importância desta praga. Entre esses fatores, tem-se o controle biológico natural como um dos mais importantes. Assim, espera-se que um plano envolvendo a praga e seus inimigos naturais seja mais adequado a agricultura atual. Uma amostragem que envolva pragas e inimigos naturais pode ser realizada seguindo dois planos: o seqüencial e o convencional (Sterling *et al.*, 1983).

O plano de amostragem convencional usa um número fixo de amostras por unidade de área, adotando procedimentos fixos a serem seguidos e gastando-se tempo de amostragem superior ao gasto no plano seqüencial. O plano convencional representa o ponto inicial de geração de sistemas de tomada de decisão em um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP), por permitir a determinação de parâmetros essenciais à tomada de decisão como: nível de dano econômico e escolha da melhor unidade e técnica amostral, além de servir como padrão de validação dos planos seqüenciais (Nault & Kennedy, 1996; Farias, 1996; Gusmão 2000).

O plano de amostragem seqüencial caracteriza-se pela avaliação de número variável de amostras, de forma a determinar rapidamente se devemos ou não realizar o controle de determinada praga (Farias, 1996). Este plano foi desenvolvido para a indústria bélica (Wald, 1945) e adaptado para uso em programas de (MIP) por requerer menor esforço do que programas de número fixo de amostra, como o plano de amostragem convencional (Waters, 1955; Ruesink & Kogan, 1982). Dentre as metodologias para a determinação do plano de amostragem seqüencial, Green (1970) apresentou um método usando parâmetros derivados da lei da potência de Taylor (Taylor, 1961), determinando assim uma linha de parada crítica. Iwao (1975) descreveu um método usando o índice de agrupamento da média de Lloyd (Lloyd, 1967) e técnicas de regressão linear, denominado de método de intervalo de confiança de Iwao. Wald (1945 e 1947), desenvolveu o teste da razão de probabilidade seqüencial de Wald, baseado na razão de probabilidade de Newman-Pearson, para a obtenção dos limites de tomada de decisão.

A densidade populacional do inseto-praga deve ser determinada por planos de amostragem e comparada com o nível de controle para tomada de decisão de como manejar esse inseto-praga. Dessa forma, na implantação de um programa de MIP, há necessidade de determinar plano de amostragem que seja rápido e preciso na determinação das densidades populacionais dos insetos (Fowler & Lynch, 1987).

Para redução dos prejuízos causados por *L. coffeella* é necessário que seja gerado plano de amostragem baseado na sua detecção antes que o número de

minas nas folhas alcance um patamar (cerca de 25% de folhas minadas) em que a planta de cafeeiro tenha baixa capacidade de recuperação (Parra, 1995). Dentro da forma de gerar tal plano, está a avaliação de minas nas folhas, sendo que a folha também é o local normalmente usado para amostragem de vespas predadoras, devido a facilidade de serem observados os sinais de sua ação sobre as minas, as quais ficam com aspecto rendilhado (Gravena, 1992; Souza *et al.*, 1998).

Os dados gerados em uma amostragem podem se distribuir com diferentes frequências, por sofrer influência da distribuição dos insetos no dossel da planta e na área cultivada. Como as distribuições estatísticas são afetadas pela unidade amostral, a amostragem é então afetada pela distribuição dos dados, logo, deve-se conhecer a distribuição teórica da frequência da população do inseto amostrado para que os dados gerados possam garantir a otimização do sistema selecionado (Pielou, 1969; Croft *et al.*, 1983; Pedigo, 1988; Steiner, 1990; Yaninez *et al.*, 1991; Hanks & Denno, 1993; Ho, 1993; Cho *et al.*, 1995).

Assim, o presente trabalho objetivou determinar planos de amostragem convencionais e seqüenciais com contagens e avaliação da presença/ausência para *L. coffeella* e Vespas predadoras em lavouras de café nos estádios de formação e de produção nas unidades ideais de amostragem destes insetos.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para geração dos planos de amostragem para o bicho mineiro e vespas predadoras foram avaliadas suas densidades em 18 lavouras, cujas características estão descritas, de forma resumida, na Tabela 1. Nas lavouras em formação, determinaram-se planos apenas para folhas localizadas no terço mediano do dossel, por ser o local ideal para amostragem do bicho mineiro e dos Vespidae, conforme mostram os resultados obtidos no primeiro capítulo desta tese. Ainda de acordo com esses resultados, para lavouras em produção, deveríamos determinar planos de amostragem para os terços mediano e basal do dossel. Uma vez que qualquer um desses possibilita uma amostragem adequada desses insetos. Entretanto, devido aos planos seqüenciais requererem a existência de índices de tomada de decisão (nível de controle ou de não-ação), índices estes que não estão determinados para folhas do terço basal do dossel, não foi possível determinar planos seqüenciais para esse terço do dossel. Os níveis de controle utilizados para o bicho mineiro foram 3 minas/par de folhas (planos com contagens) e 20% (planos com avaliação de presença/ausência). Já os níveis de não-ação para vespas predadoras usados foram 7,5 minas predadas/par de folhas (planos com contagens) e 60% de minas predadas (planos com avaliação de presença/ausência) (Villacorta & Tornero, 1982; Gravena, 1983; Reis & Souza, 1996).

Foram avaliadas as densidades desses insetos no par de folhas, totalmente expandidas a partir do ápice, posicionado no 6º nó em ramos de 250 plantas. Essa unidade amostral foi usada por constituir uma das melhores unidades para amostragem desses insetos no cafeeiro, conforme mostra o capítulo anterior dessa tese. As plantas avaliadas localizavam-se eqüidistantemente ao longo e entre as linhas de plantio, de modo a obter pontos sistematizados (Barrigossi, 1997).

Tabela 1. Características das lavouras utilizadas na geração dos planos de amostragem

Lavoura	Localização	Idade	Espaçamento	Variedade
(Lavouras em estágio de formação)				
1	UFV-Viçosa, MG	2 anos	2,5 x 1 m	Catuaí
2	UFV-Viçosa, MG	2 anos	2,5 x 1 m	Catuaí
3	UFV-Viçosa, MG	2 anos	3 x 1 m	Catuaí
4	UFV-Viçosa, MG	2 anos	3 x 1 m	Catuaí
5	UFV-Viçosa, MG	2 anos	3 x 1 m	Catuaí
6	UFV-Viçosa, MG	2 anos	3 x 1 m	Catuaí
7	UFV-Viçosa, MG	2 anos	3 x 1 m	Catuaí
8	UFV-Viçosa, MG	2 anos	3 x 1 m	Catuaí
9	São Gotardo, MG	2 anos	2,5 x 1 m	Catuaí
10	São Gotardo, MG	2 anos	2,5 x 1 m	Catuaí
(Lavouras em fase de produção)				
11	UFV-Viçosa, MG	5 anos	2,5 x 1 m	Catuaí
12	UFV-Viçosa, MG	5 anos	2,5 x 1 m	Catuaí
13	UFV-Viçosa, MG	6 anos	3 x 1 m	Catuaí
14	UFV-Viçosa, MG	6 anos	3 x 1 m	Catuaí
15	UFV-Viçosa, MG	7 anos	3 x 1 m	Catuaí
16	UFV-Viçosa, MG	7 anos	3 x 1 m	Catuaí
17	UFV-Viçosa, MG	24 anos	4 x 2 m	Mundo Novo
18	UFV-Viçosa, MG	24 anos	4 x 2 m	Mundo Novo

3.2.1. DETERMINAÇÃO DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM CONVENCIONAL COM CONTAGEM

Inicialmente calculou-se o coeficiente b da lei da potência de Taylor que indica a distribuição teórica de frequência na qual os dados possivelmente irão se ajustar. Valor de b maior que 1 indica que os dados tendem a se ajustar à distribuição binomial negativa, semelhante a 1 indica ajuste à distribuição de Poisson e menor que 1 indica ajuste à distribuição binomial positiva (Wilson, 1985; Schulthess *et al.*, 1991; Allsopp *et al.*, 1992; Navas *et al.*, 1994; Doane *et al.*, 2000).

A lei da potência de Taylor foi obtida calculando-se a regressão linear entre os dados de média e variância transformados em logaritmo neperiano, segundo a equação:

$$\text{Ln } S^2 = \text{Lna} + b\text{Lnm} \quad (1)$$

Onde:

S^2 = variância dos dados; a = coeficiente de Taylor, ou fator de amostragem; b =coeficiente b de Taylor, ou índice de agregação e m = média da população em que o valor de a é o antilogaritmo do intercepto e b é a inclinação da reta.

Posteriormente, verificou-se qual o modelo de distribuição teórica de frequência, indicado pelo coeficiente b da lei da potência de Taylor a que os dados amostrais se ajustaram. Para tanto, calculou-se as frequências esperadas e observadas, as quais foram comparadas pelo teste de qui-quadrado, utilizando-se o software ENSTAT (Pedigo & Zeiss, 1996). Obtido o ajuste dos dados amostrais a uma distribuição teórica de frequência para *L. coffeella* e vespas predadoras (que foi a distribuição binomial negativa para ambos), selecionou-se um método para determinar o número de amostras necessário na estimação das populações destes insetos, de acordo com a equação 2 (Young & Young, 1998).

$$NA = \frac{1}{C^2} \left(\frac{1}{\mu} + \frac{1}{k} \right) \text{ onde:} \quad (2)$$

NA = número de amostras, C = nível de precisão, μ = média da população e k =parâmetro da distribuição binomial negativa.

Para a seleção do nível de precisão (C) a ser usado no plano de amostragem, inicialmente calculou-se os k_{parciais} (k_p) de cada lavoura, segundo a equação 3.

$$\hat{k} = \frac{\bar{x}^{-2}}{S^2 - \bar{x}} \text{ onde:} \quad (3)$$

\hat{k} = parâmetro da distribuição binomial negativa, S^2 = variância dos dados amostrais e \bar{x} = média amostral.

Os dados de k_{parciais} de cada lavoura foram utilizados para o cálculo dos números de amostras (equação 2), os quais foram submetidos a análise de regressão em função dos níveis de precisão de 5, 10, 15, 20 e 25% a $p < 0,05$, selecionando-se o nível de precisão a partir do qual o número de amostras apresentou baixa variação (Gusmão *et al.*, 2003).

3.2.1. DETERMINAÇÃO DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL COM CONTAGEM

O plano de amostragem seqüencial foi determinado pelo teste da razão de probabilidade seqüencial de Wald (Wald, 1945, 1947; Fowler & Lynch, 1987; Bates *et al.*, 1991; Nault & Kennedy, 1996; Boeve & Weiss, 1997; Naranjo *et al.*, 1997), onde os valores dos interceptos dos limites inferior (h_0) e superior (h_1) e a inclinação destes limites de decisão (S) foram obtidos através das expressões descritas por Pedigo & Zeiss (1996)

Através do nível de controle e do nível de não ação (3 minas com lagartas/par de folhas e 7,5 minas predadas/par de folhas), adaptados de Villacorta & Tornero (1982), obtiveram-se duas densidades populacionais críticas: 1) m_0 - densidade crítica do limite inferior, igual a $1/3$ do nível de controle, 2) m_1 - densidade crítica do limite superior, igual a $2/3$ do nível de controle (Hammond & Pedigo, 1976), tais que o dano não ocorre se a população permanecer abaixo do limite inferior (hipótese nula) e o dano ocorre se a densidade da variável ultrapassar o limite superior (hipótese alternativa). Os níveis máximos de probabilidade de cometerem erros na decisão sobre densidades populacionais, isto é, a probabilidade de predizer uma densidade

populacional não prejudicial como sendo prejudicial (erro tipo I), e a probabilidade de predizer uma densidade populacional prejudicial como sendo não prejudicial (erro tipo II) foram de $\alpha = \beta = 10\%$.

No plano seqüencial, o tamanho da amostra dependeu dos valores das observações tomadas, sendo que a decisão para aceitar ou rejeitar a hipótese nula, levando à tomada de decisão para continuar a amostragem, ou a tomada de decisão de controle da praga foi feita depois de realizar cada observação, e as observações foram realizadas até se terem dados suficientes para tomar uma das decisões (Ruesink & Kogan, 1982; Fowler & Lynch, 1987).

Para validação do plano de amostragem seqüencial, determinaram-se as curvas de característica de operação (CO) e do número médio de amostra (ASN), seguindo-se a metodologia citada por Fowler & Lynch (1987). A curva de característica de operação apresenta a probabilidade de decidir não efetuar o controle do inseto em função da sua densidade populacional. Já a curva do número médio de amostra indica o número requerido de amostras para tomar uma decisão, em função da densidade populacional do inseto. Foram comparadas as decisões tomadas para o manejo de bicho mineiro em cada plano de amostragem e determinada a economia, obtida pela redução do número de amostra requerido.

3.2.3. DETERMINAÇÃO DOS PLANOS CONVENCIONAIS COM AVALIAÇÃO DE PRESENÇA/AUSÊNCIA

Para determinação desses planos foram calculados os coeficientes “a” e “b” da lei da potência de Taylor, que descrevem a relação entre a variância (S^2) e a média (m) pela fórmula: $S^2 = am^b$, onde, a = fator de amostragem e b = índice de agregação. Para tanto, foram estimados por análise de regressão dos dados da média e da variância transformados em logaritmo de base dez, conforme a seguinte fórmula: $\log(S^2) = \log(a) + b \log(m)$.

A seguir, foi calculada a relação entre a proporção de unidades amostrais infestadas $P(i)$ e a densidade média (m) utilizando-se o modelo matemático

apresentado por Wilson & Room (1983), representado pela fórmula:

$$P(i) = 1 - e^{\frac{(-m \ln(am^{b-1}))}{(am^{b-1}-1)}} \quad (4)$$

Onde:

$P(i)$ = proporção de unidades amostrais infestadas

m = número médio de minas por unidade amostral

a e b = coeficientes de Taylor

O ajustamento da curva obtida, através do modelo acima, foi realizado pela análise de regressão entre a proporção de unidades amostrais infestadas “ $P(i)$ ” estimada e observada.

Com os valores estimados de $P(i)$ calcularam-se os números de amostras a precisões fixas do coeficiente de variação da média $CV(m)$ de 5, 10, 15, 20 e 25%, de acordo com a metodologia proposta por Young & Young (1994).

$$\frac{1 - P(i)}{P(i)C^2} \quad (5)$$

Onde:

$P(i)$ = Proporção estimada de unidades amostrais infestadas e C = precisão do plano.

3.2.4. DETERMINAÇÃO DOS PLANOS SEQUENCIAIS COM AVALIAÇÃO DE PRESENÇA/AUSÊNCIA

Para determinação desses planos, foram calculadas as relações entre a proporção de unidades amostrais com ausência de minas (P_T) e a densidade de minas por unidade amostral (m). As relações empíricas entre P_T e m , para cada variável, foram geradas pela equação de regressão mostrada a seguir:

$$\ln[-\ln(P_T)] = a + b \ln(m) \quad (6)$$

Onde:

P_T = proporção de unidades amostrais com ausência de minas, m = número médio de minas por unidade amostral, a e b são os coeficientes da equação de Taylor.

Através do modelo empírico obtido anteriormente, foram determinadas as proporções críticas para tomada de decisão ($P_{T \text{ crítico}}$), considerando as médias

críticas que corresponderam ao nível de controle de 3 minas com lagartas/par de folhas e o nível de não ação de 7,5 minas predadas/par de folhas. Através da $P_{T \text{ crítico}}$ determinada, utilizando-se as médias críticas no modelo empírico, foram estimadas as proporções para os limites de decisão (P_0 e P_1) como sendo de ($P_0 = 1/3 P_{T \text{ crítico}}$ limite inferior) e ($P_1 = 2/3 P_{T \text{ crítico}}$ limite superior).

Os limites de decisão para a amostragem binomial foram determinados usando a inclinação (S) de acordo com a equação a seguir:

$$S = \frac{\ln \left[\frac{(1 - P_0)}{(1 - P_1)} \right]}{\ln \left[\frac{P_1(1 - P_0)}{P_0(1 - P_1)} \right]} \quad (7)$$

Onde:

$P_0 = 1/3 P_{T \text{ crítico}}$ limite inferior e $P_1 = 2/3 P_{T \text{ crítico}}$ limite superior.

Os limites de decisão desses planos de amostragem foram determinados usando o intercepto (I)

$$I = \frac{\pm \ln \left[\frac{(1 - \alpha)}{(\beta)} \right]}{\ln \left[\frac{P_1(1 - P_0)}{P_0(1 - P_1)} \right]} \quad (8)$$

Onde:

α e β são parâmetros usados no teste de probabilidade seqüencial sendo seus valores de 0,05 e $P_0 = 1/3 P_{T \text{ crítico}}$ limite inferior e $P_1 = 2/3 P_{T \text{ crítico}}$ limite superior.

A fórmula geral para o limite superior (LS) foi $LS = S * N + I$ e para o limite inferior (LI) foi $LI = S * N - I$, onde N é o tamanho da amostra, S = desvio padrão e o I = intercepto.

Para validação desses planos seqüenciais, foram determinadas as curvas características de operação (CO), equação 9, e as curvas do número médio de amostras (NA), equação 11, associados às CO. As curvas de operação fornecem a probabilidade de tomar decisões corretas (controlar a praga quando a população da praga for alta e não controlá-la quando esta for baixa). Já as curvas do número médio de amostras associados às CO indicam o número de unidades amostrais

necessárias à obtenção desta probabilidade de tomada de decisão. Tais curvas foram calculadas usando-se as seguintes fórmulas:

$$CO = \frac{A^{h(p)} - 1}{A^{h(p)} - B^{h(p)}} \quad A = \frac{1 - \beta}{\alpha} \quad B = \frac{\beta}{1 - \alpha} \quad (9)$$

Onde: $\alpha = \beta = 0,05$ e $h(p)$: compreende os valores de 2 a -2 com intervalos de 0,1 os quais descrevem a curva adequadamente (Fowler & Lynch, 1987; Barrigossi, 1997)

A equação CO quando $h(p)$ for igual a zero será:

$$CO = \frac{a}{a - b} \quad (10)$$

Onde: $a = \ln\left[\frac{1 - \beta}{\alpha}\right]$ $b = \ln\left[\frac{\beta}{1 - \alpha}\right]$ e α e β são parâmetros usados no teste de probabilidade seqüencial.

$$NA = \frac{b * CO + a(1 - CO)}{p * \ln\left[\frac{p_1(1 - p_0)}{p_0(1 - p_1)}\right] + \ln\left[\frac{1 - p_1}{1 - p_0}\right]} \quad (11)$$

Onde

$$p = \frac{1 - \left[\frac{1 - p_1}{1 - p_0}\right]^{h(p)}}{\left[\frac{p_1}{p_0}\right]^{h(p)} - \left[\frac{1 - p_1}{1 - p_0}\right]^{h(p)}} \quad p_0 = {}^1 /_3 P_{T\text{criticoa}} \quad p_1 = {}^2 /_3 P_{T\text{criticoa}}$$

3.3. RESULTADOS

3.3.1. LAVOURAS EM FORMAÇÃO

3.3.1.1. PLANOS COM CONTAGENS

3.3.1.1.1. PLANOS CONVENCIONAIS

Os dados das variáveis minas com lagartas de *L. coffeella* e minas predadas por vespas apresentaram ajuste ao modelo binomial negativo para o dossel mediano, indicando ocorrer uma agregação dos dados amostrais, o que é verificado pelos valores de K (parâmetro de agregação) da distribuição binomial negativa. O ajuste dos dados à essa distribuição foi utilizado para escolher a fórmula a ser seguida na determinação do número de amostras necessárias para a amostragem de *L. coffeella* e de vespas predadoras. Os planos de amostragens convencional do bicho mineiro neste terço do dossel a 5, 10, 15, 20 e 25% de precisão requereram 1217, 304, 135, 76 e 49 amostras/talhão, respectivamente. Já os planos de amostragem convencional de vespas predadoras requereram 4100, 1025, 456, 256 e 164 amostras/talhão, respectivamente (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Teste de qui-quadrado (χ^2) de aderência das frequências observadas e esperadas pelas distribuições de Poisson e binomial negativa e valores de K dos dados de amostragem de minas com lagartas e minas predadas de *L. coffeella* por vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002

Característica	Média	S ²	Poisson		Binomial negativa		
			χ^2 calculado	G.L.	χ^2 calculado	G.L.	Valor de K
Terço mediano do dossel							
Minas com Lagartas	0,62	1,19	41,38*	2	0,63 ^{ns}	4	0,70
Minas Predadas	0,16	0,27	2,40	0	1,79 ^{ns}	1	0,25

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Números de amostras por lavoura requeridos para amostragem de *L. coffeella* (minas com lagartas) e de vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) (minas predadas) calculados com a fórmula descrita por Young & Young (1998) para distribuição binomial negativa a 5, 10, 15, 20 e 25% de precisão (D). Viçosa e São Gotardo, MG, 2002

Característica	Lavoura em formação				
	Precisão (D)				
	5%	10%	15%	20%	25%
Terço mediano do dossel					
Minas com lagartas	1217	304	135	76	49
Minas predadas	4100	1025	456	256	164

3.3.1.1.2. PLANOS SEQUENCIAIS

Para amostragem do bicho mineiro no terço mediano do dossel de lavouras em formação, os limites críticos inferior e superior dos planos de amostragem sequencial de contagem foram: $m_0 = 1$ e $m_1 = 2$ minas com lagarta/par de folhas, respectivamente. A inclinação dos limites de decisão para esse plano de amostragem foi $S = 1,405$ e os interceptos dos limites inferior e superior foram $h_0 = -9,531$ e $h_1 = 9,531$. O número mínimo de amostras para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar, foi de sete amostras. A probabilidade de tomar a decisão de não controlar o bicho mineiro quando a densidade de minas é igual ou menor do que o limite crítico inferior foi de aproximadamente 100%, sendo requeridas 13 amostras/talhão para esta decisão. Verificou-se uma probabilidade maior que 90% de se efetuar controle quando as densidades de minas foram iguais ou maiores que o nível de controle, sendo requeridas 12 amostras/talhão para a tomada desta decisão (Tabela 4 e Figura 1).

Para amostragem de vespas predadoras as densidades críticas inferior e superior foram $m_0 = 2,5$ e $m_1 = 5$ minas predadas/par de folha, respectivamente. A inclinação dos limites de decisão foi $S = 3,475$ e os interceptos dos limites inferior e superior foram $h_0 = -47,232$ e $h_1 = 47,232$. O número mínimo de amostras para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar, foi de 14 amostras. Não foi possível encontrar as probabilidades de classificar como baixa (insuficiente para realização de controle efetivo do bicho mineiro) a densidade de vespas predadoras quando sua população foi menor ou igual ao limite crítico inferior ou de se tomar decisão de não controle do bicho mineiro quando as densidades destes predadores foram igual ou superior ao nível de não-ação. Também não foi possível estimar o número de amostras necessários a tomada de tais decisões (Tabela 5 e Figura 2).

Tabela 4. Amostragem seqüencial por contagem de minas de *L. coffeella* com lagarta no terço mediano do dossel de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002

Número de amostras		Limite inferior		Limite superior	
1		-		-	
2		-		-	
3		-		-	
4		-		-	
5		-		-	
6		-		-	
7		0		19	
8		2		21	
9		3		22	
10		5		24	
11		6		25	
12		7		26	
13		9		28	
14		10		29	
15		12		31	
16		13		32	
17		14		33	
18		16		35	
19		17		36	
20		19		38	
21		20		39	
22		21		40	
23		23		42	
24		24		43	
25		26		45	
26		27		46	
27		28		47	
28		30		49	
29		31		50	
30		33		52	
31		34		53	
32		35		54	
33		37		56	
34		38		57	
35		40		59	
36		41		60	
37		42		62	
38		44		63	
39		45		64	
40		47		66	
41		48		67	
42		49		69	
43		51		70	
44		52		71	
45		54		73	
46		55		74	
47		57		76	
48		58		77	
49		59		78	

Não controle

Continua a amostragem

Controle

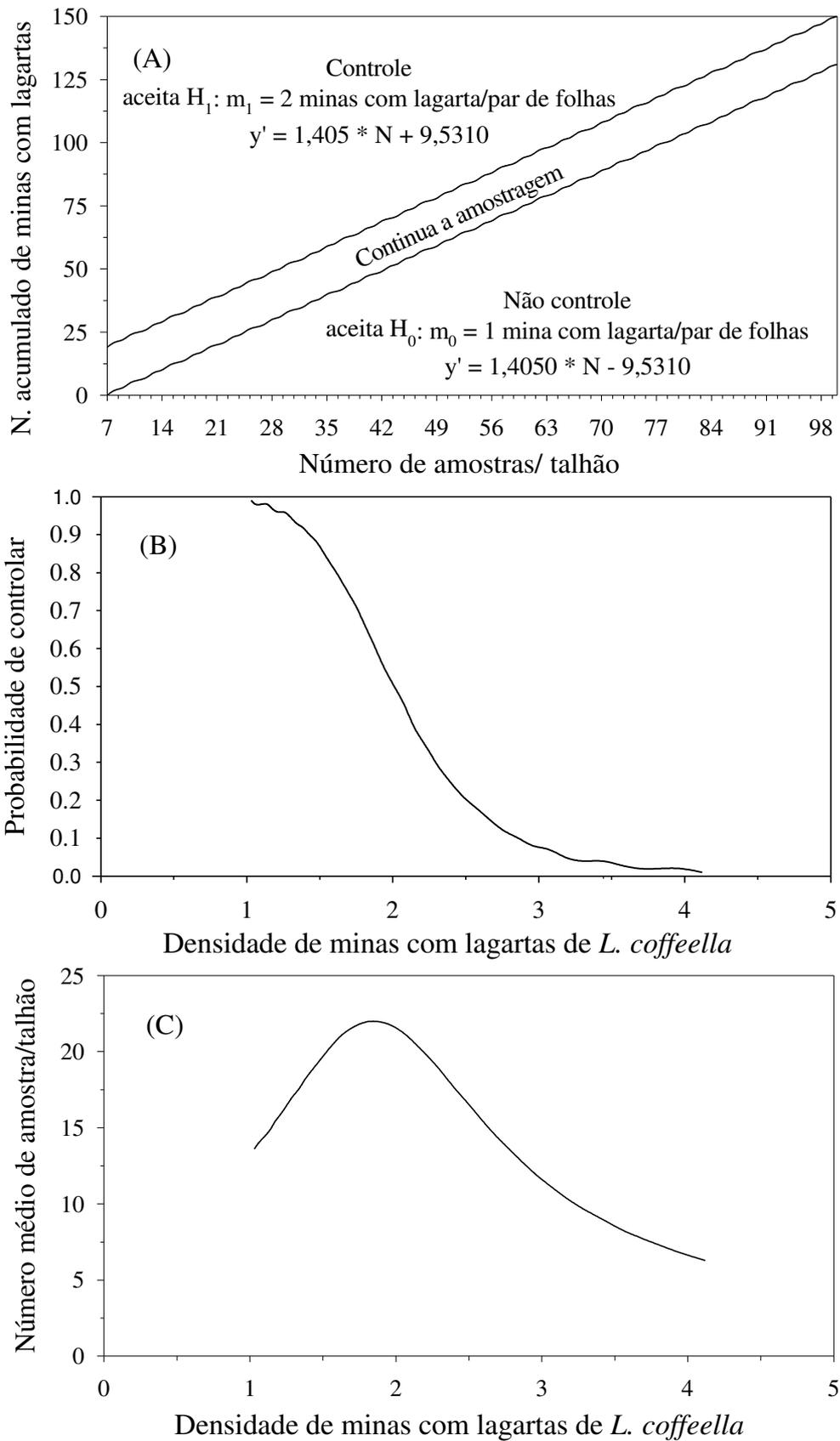


Figura 1. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com contagem de minas com lagarta de *L. coffeella* no terço mediano do dossel de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002

Tabela 5. Amostragem sequencial por contagem de minas de *L. coffeella* predadas por vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) no dossel mediano de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002

N	LI	LS	N	LI	LS	N	LI	LS
1	-	-	50	127	221	99	297	391
2	-	-	51	130	224	100	300	395
3	-	-	52	133	228	101	304	398
4	-	-	53	137	231	102	307	402
5	-	-	54	140	235	103	311	405
6	-	-	55	144	238	104	314	409
7	-	-	56	147	242	105	318	412
8	-	-	57	151	245	106	321	416
9	-	-	58	154	249	107	325	419
10	-	-	59	158	252	108	328	423
11	-	-	60	161	256	109	332	426
12	-	-	61	165	259	110	335	429
13	-	-	62	168	263	111	338	433
14	1	96	63	172	266	112	342	436
15	5	99	64	175	270	113	345	440
16	8	103	65	179	273	114	349	443
17	12	106	66	182	277	115	352	447
18	15	110	67	186	280	116	356	450
19	19	113	68	189	284	117	359	454
20	22	117	69	193	287	118	363	457
21	26	120	70	196	290	119	366	461
22	29	124	71	199	294	120	370	464
23	33	127	72	203	297	121	373	468
24	36	131	73	206	301	122	377	471
25	40	134	74	210	304	123	380	475
26	43	138	75	213	308	124	384	478
27	47	141	76	217	311	125	387	482
28	50	145	77	220	315	126	391	485
29	54	148	78	224	318	127	394	489
30	57	151	79	227	322	128	398	492
31	60	155	80	231	325	129	401	496
32	64	158	81	234	329	130	405	499
33	67	162	82	238	332	131	408	502
34	71	165	83	241	336	132	411	506
35	74	169	84	245	339	133	415	509
36	78	172	85	248	343	134	418	513
37	81	176	86	252	346	135	422	516
38	85	179	87	255	350	136	425	520
39	88	183	88	259	353	137	429	523
40	92	186	89	262	357	138	432	527
41	95	190	90	266	360	139	436	530
42	99	193	91	269	363	140	439	534
43	102	197	92	272	367	141	443	537
44	106	200	93	276	370	142	446	541
45	109	204	94	279	374	143	450	544
46	113	207	95	283	377	144	453	548
47	116	211	96	286	381	145	457	551
48	120	214	97	290	384	146	460	555
49	123	218	98	293	388	147	464	558

N = N^o de amostras, LI = limite inferior e LS = limite superior.

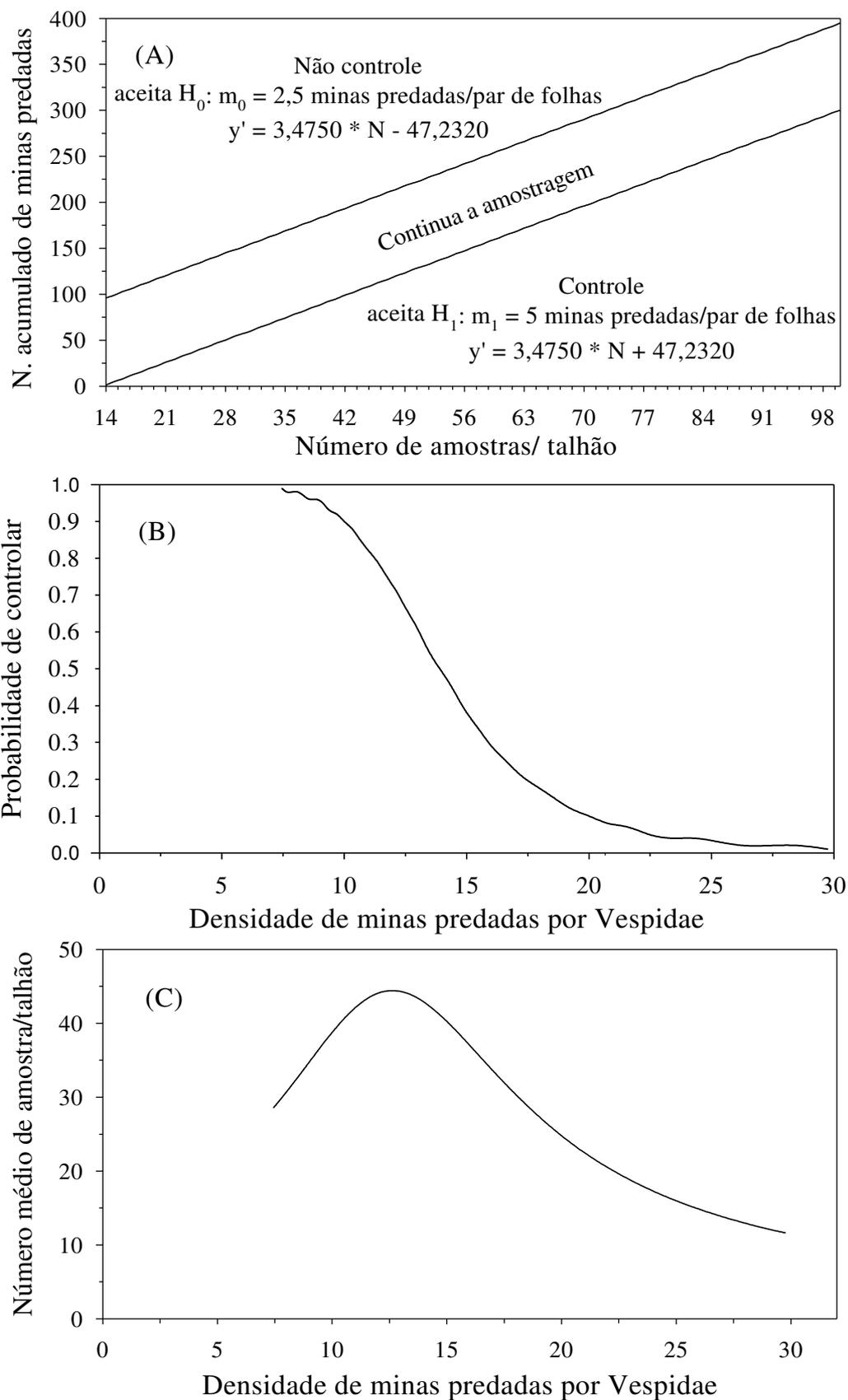


Figura 2. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com contagem de minas de *L. coffeella* predadas por Hymenoptera: Vespidae no terço mediano do dossel de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002.

3.3.1.2. PLANOS COM AVALIAÇÃO DE PRESENÇA/AUSÊNCIA

3.3.1.2.1. PLANOS CONVENCIONAIS

Os planos de amostragens convencionais do bicho mineiro no terço mediano do dossel com avaliação de presença/ausência a 5, 10, 15, 20 e 25% de precisão requereram 2409, 602, 268, 151 e 96 amostras/talhão, respectivamente. Já para vespas predadoras, com avaliação de presença/ausência de minas predadas, requereram 3467, 867, 385, 217 e 139 amostras/talhão, respectivamente.

3.3.1.2.2. PLANOS SEQUENCIAIS

Para amostragem do bicho mineiro no terço mediano do dossel de lavouras em formação com avaliação de presença/ausência os limites críticos inferior e superior foram $p_0 = 0,30$ e $p_1 = 0,59$ amostras com minas. A inclinação dos limites de tomada de decisão para esse plano de amostragem foi $S = 0,4411$ e os limites inferior e superior foram $h_0 = -2,3742$ e $h_1 = 2,3742$. Foi requerido um número mínimo de 10 amostras/talhão para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar. A probabilidade de tomar decisão de não se controlar o bicho mineiro quando seu ataque for igual ou menor ao limite inferior foi acima de 90%, sendo necessárias 15 amostras/talhão para a tomada desta decisão. Verificou-se também que quando o ataque do bicho mineiro for igual ou superior ao nível de controle, a probabilidade de se tomar decisão de controle é maior que 99%, sendo necessárias nove amostras/talhão (Tabela 6 e Figura 3).

Já para amostragem de vespas predadoras os limites inferior e superior foram: $p_0 = 0,33$ e $p_1 = 0,67$ amostras com minas predadas. A inclinação dos limites de decisão desse plano foi de $S = 0,4989$ e os interceptos dos limite inferior e superior foram $h_0 = -2,1285$ e $h_1 = 2,1285$. Foi requerido um número mínimo de sete amostras/talhão para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar, na amostragem de minas predadas. A probabilidade de classificar como baixa (insuficiente para realização de controle efetivo do bicho mineiro) a densidade de vespas predadoras quando sua população é menor ou igual ao limite crítico inferior foi superior a 90%, sendo necessárias 10 amostras/talhão para a tomada desta decisão. Já quando as densidades desses inimigos naturais são iguais ou superiores ao nível de não ação (uma amostra com minas predadas), a probabilidade de se tomar decisão de não controle do bicho mineiro é superior a 95%, sendo requeridas sete amostras/talhão (Tabela 7 e Figura 4).

Tabela 6. Amostragem sequencial por presença/ausência de minas com lagartas de *L. coffeella* no dossel mediano de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002

N		LI		LS		N		LI		LS	
7	Não controle	1	Continua a amostragem	5	Controle	56	Não controle	22	Continua a amostragem	27	Controle
8		1		6		57		23		28	
9		2		6		58		23		28	
10		2		7		59		24		28	
11		2		7		60		24		29	
12		3		8		61		25		29	
13		3		8		62		25		30	
14		4		9		63		25		30	
15		4		9		64		26		31	
16		5		9		65		26		31	
17		5		10		66		27		31	
18		6		10		67		27		32	
19		6		11		68		28		32	
20		6		11		69		28		33	
21		7		12		70		29		33	
22		7		12		71		29		34	
23		8		13		72		29		34	
24		8		13		73		30		35	
25		9		13		74		30		35	
26		9		14		75		31		35	
27		10		14		76		31		36	
28		10		15		77		32		36	
29		10		15		78		32		37	
30		11		16		79		32		37	
31		11		16		80		33		38	
32		12		16		81		33		38	
33		12		17		82		34		39	
34		13		17		83		34		39	
35	13	18	84	35	39						
36	14	18	85	35	40						
37	14	19	86	36	40						
38	14	19	87	36	41						
39	15	20	88	36	41						
40	15	20	89	37	42						
41	16	20	90	37	42						
42	16	21	91	38	43						
43	17	21	92	38	43						
44	17	22	93	39	43						
45	17	22	94	39	44						
46	18	23	95	40	44						
47	18	23	96	40	45						
48	19	24									
49	19	24									
50	20	24									
51	20	25									
52	21	25									
53	21	26									
54	21	26									
55	22	27									

N = N^o de amostras, LI = limite inferior e LS = limite superior

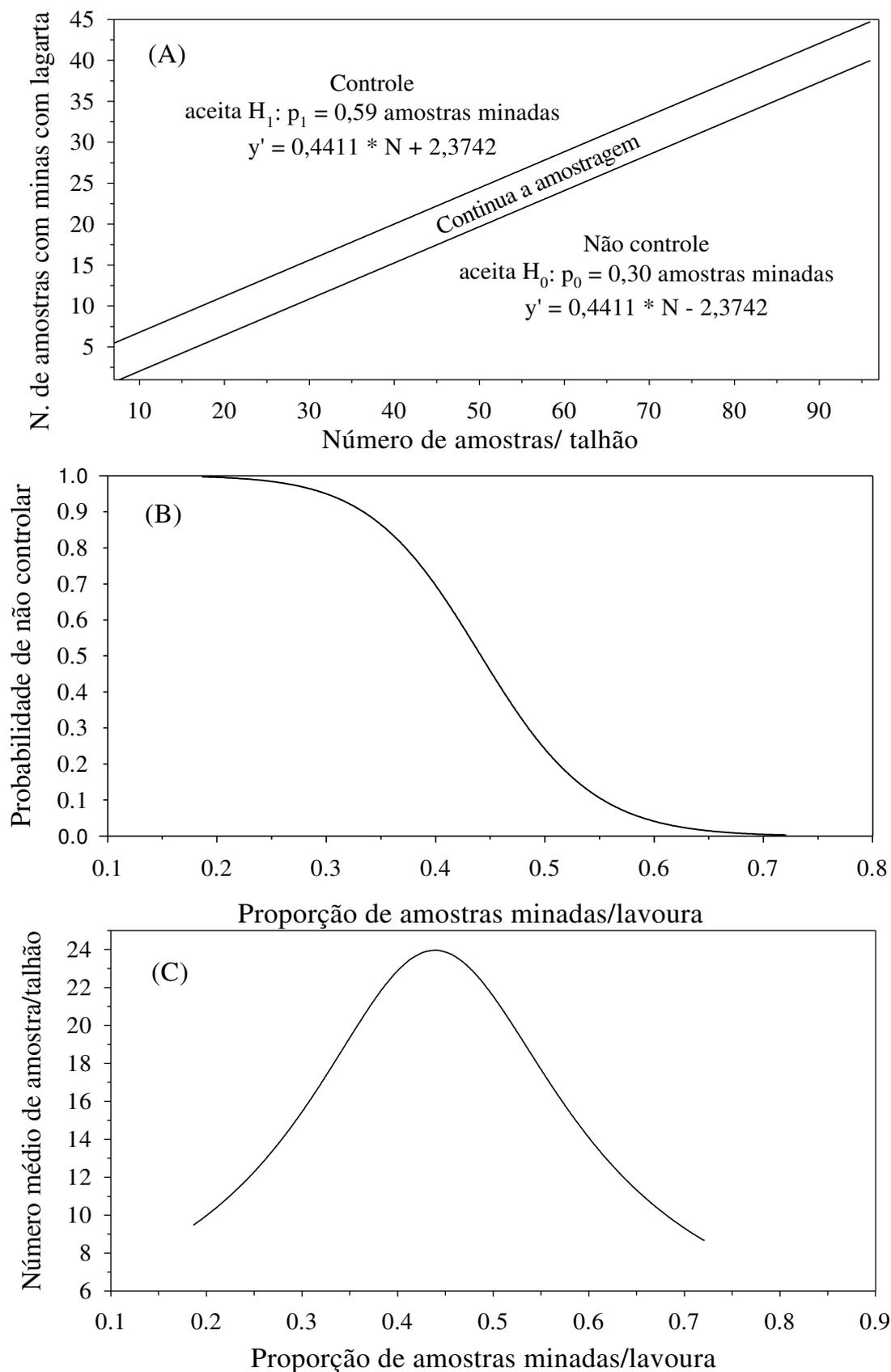


Figura 3. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com presença /ausência de minas com lagartas de *L. coffeella* no terço mediano do dossel de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002.

Tabela 7. Amostragem sequencial por presença/ausência de minas de *L. coffeella* predadas por vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) no dossel mediano de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002

N		LI		LS		N		LI		LS		N		LI		LS	
6		1		5		55		25		30		104		50		54	
7		1		6		56		26		30		105		50		55	
8		2		6		57		26		31		106		51		55	
9		2		7		58		27		31		107		51		56	
10		3		7		59		27		32		108		52		56	
11		3		8		60		28		32		109		52		57	
12		4		8		61		28		33		110		53		57	
13		4		9		62		29		33		111		53		58	
14		5		9		63		29		34		112		54		58	
15		5		10		64		30		34		113		54		59	
16		6		10		65		30		35		114		55		59	
17		6		11		66		31		35		115		55		60	
18		7		11		67		31		36		116		56		60	
19		7		12		68		32		36		117		56		61	
20		8		12		69		32		37		118		57		61	
21		8		13		70		33		37		119		57		62	
22		9		13		71		33		38		120		58		62	
23		9		14		72		34		38		121		58		63	
24		10		14		73		34		39		122		59		63	
25		10		15		74		35		39		123		59		63	
26		11		15		75		35		40		124		60		64	
27		11		16		76		36		40		125		60		64	
28		12		16		77		36		41		126		61		65	
29		12		17		78		37		41		127		61		65	
30		13		17		79		37		42		128		62		66	
31		13		18		80		38		42		129		62		66	
32		14		18		81		38		43		130		63		67	
33		14		19		82		39		43		131		63		67	
34		15		19		83		39		44		132		64		68	
35		15		20		84		40		44		133		64		68	
36		16		20		85		40		45		134		65		69	
37		16		21		86		41		45		135		65		69	
38		17		21		87		41		46		136		66		70	
39		17		22		88		42		46		137		66		70	
40		18		22		89		42		47		138		67		71	
41		18		23		90		43		47		139		67		71	
42		19		23		91		43		48							
43		19		24		92		44		48							
44		20		24		93		44		49							
45		20		25		94		45		49							
46		21		25		95		45		50							
47		21		26		96		46		50							
48		22		26		97		46		51							
49		22		27		98		47		51							
50		23		27		99		47		52							
51		23		28		100		48		52							
52		24		28		101		48		53							
53		24		29		102		49		53							
54		25		29		103		49		54							

N = N^o de amostras, LI = limite inferior e LS = limite superior

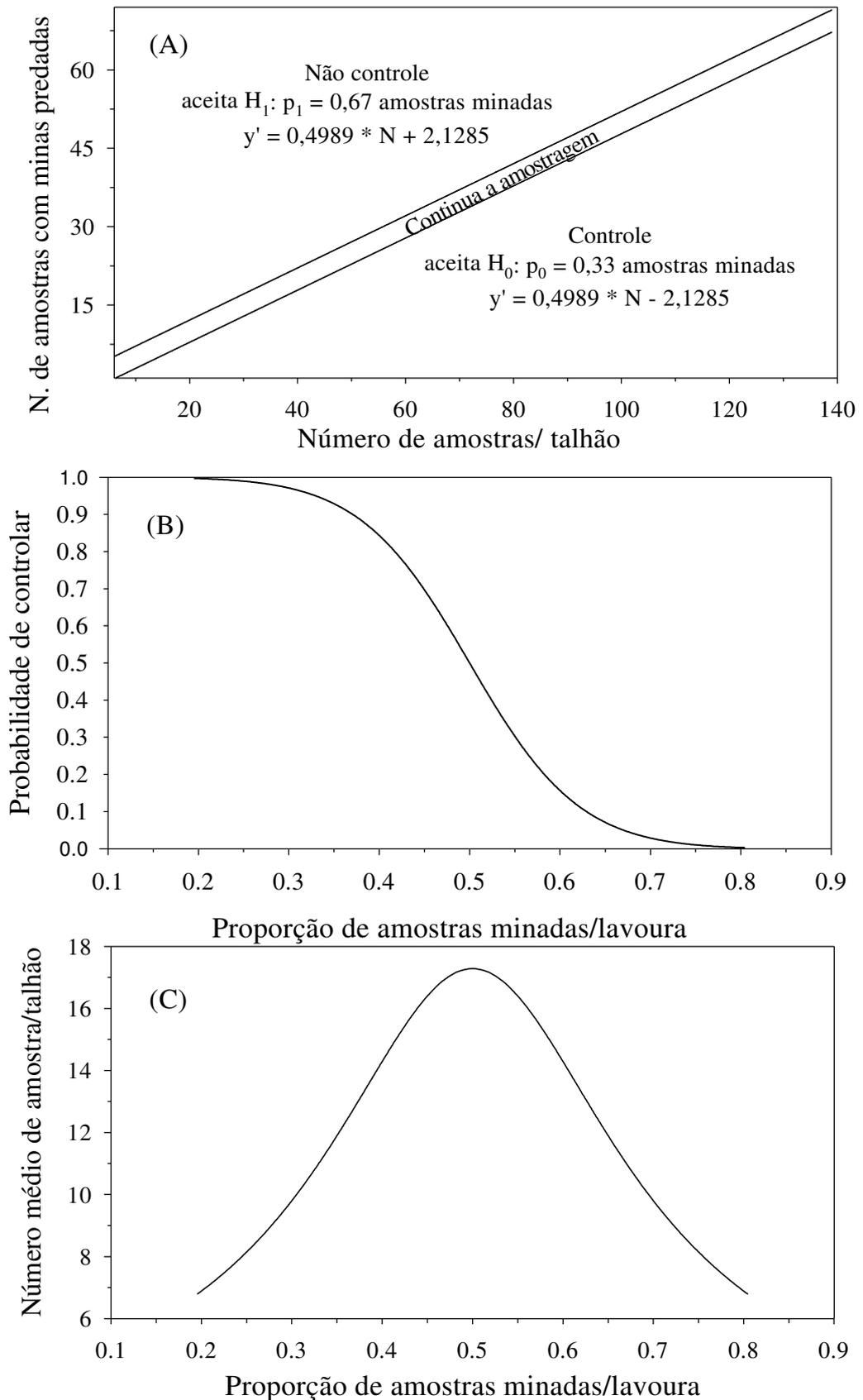


Figura 4. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com presença/ausência de minas de *L. coffeella* predadas por Hymenoptera: Vespidae no terço mediano do dossel de lavouras em formação. Viçosa e São Gotardo, MG, 2002.

3.3.2. LAVOURAS EM PRODUÇÃO

3.3.2.1. PLANOS COM CONTAGENS

3.3.2.1.1. PLANOS CONVENCIONAIS

Os dados das variáveis minas com lagartas de *L. coffeella* e minas predadas por vespas apresentaram ajuste ao modelo binomial negativo para o terço mediano do dossel de lavouras em produção.

Os planos de amostragens convencionais do bicho mineiro neste terço do dossel a 5, 10, 15, 20 e 25% de precisão requereram 1490, 372, 166, 93 e 60 amostras/talhão, respectivamente. Já os planos de amostragem convencionais de vespas predadoras a esses níveis de precisão foram requeridas 1633, 408, 181, 102 e 65 amostras/talhão, respectivamente (Tabelas 8 e 9).

3.3.2.1.1. PLANOS SEQUENCIAIS

As densidades críticas inferior e superior para os planos de amostragem sequencial com contagem do bicho mineiro no terço mediano de lavouras em produção foram $m_0 = 1$ e $m_1 = 2$ minas com lagartas/par de folhas.

No terço mediano a inclinação dos limites de decisão para o plano de amostragem foi $S = 1,401$ e os interceptos dos limites inferior e superior foram $h_0 = -11,712$ e $h_1 = 11,712$. O número mínimo de amostras para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar, foi de nove amostras/talhão. A probabilidade de tomar a decisão de não controle do bicho mineiro quando sua densidade for menor ou inferior ao limite inferior foi de 100%, sendo requeridas 17 amostras/talhão para esta decisão. Já a probabilidade de tomar a decisão de controle do bicho mineiro quando sua densidade for igual ou maior que o nível de controle foi superior a 65%, sendo requeridas 24 amostras/talhão (Tabela 10 e Figura 5).

Para amostragem de vespas predadoras, as densidades críticas inferior e superior para os planos de amostragem sequencial com contagem no terço mediano do dossel de lavouras em produção foram $m_0 = 2,5$ e $m_1 = 5$ minas predadas/par de folha.

Tabela 8. Teste de qui-quadrado (χ^2) de aderência das frequências observadas e esperadas pelas distribuições de Poisson e binomial negativa e valores de K dos dados de amostragem de minas com lagartas e minas predadas de *L. coffeella* por vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002

Característica	Média	S ²	Poisson		Binomial negativa		
			χ^2 calculado	G.L.	χ^2 calculado	G.L.	Valor de K
Terço mediano do dossel							
Minas com Lagartas	0,55	1,10	20,39*	1	4,30 ^{ns}	4	0,52
Minas Predadas	0,40	0,68	10,06*	1	0,81 ^{ns}	2	0,63

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Números de amostras por lavoura requeridos para amostragem de *L. coffeella* (minas com lagartas) e de vespas (Hymenoptera: Vespidae) (minas predadas) calculados com a fórmula descrita por Young & Young (1998) para distribuição binomial negativa a 5, 10, 15, 20 e 25% de precisão (D) em lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002

Caract erística	Lavoura em produção				
	Precisão (D)				
	5%	10%	15%	20%	25%
Terço mediano do dossel					
Minas com lagartas	1490	372	166	93	60
Minas predadas	1633	408	181	102	65

Tabela 10. Amostragem sequencial por contagem de minas com lagartas de *L. coffeella* no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002

N		LI		LS	
1		-		-	
2		-		-	
3		-		-	
4		-		-	
5		-		-	
6		-		-	
7		-		-	
8		-		-	
9		1		24	
10		2		26	
11		4		27	
12		5		29	
13		7		30	
14		8		31	
15		9		33	
16		11		34	
17		12		36	
18		14		37	
19		15		38	
20		16		40	
21		18		41	
22		19		43	
23		21		44	
24		22		45	
25		23		47	
26		25		48	
27		26		50	
28		28		51	
29		29		52	
30		30		54	
31		32		55	
32		33		57	
33		35		58	
34		36		59	
35		37		61	
36		39		62	
37		40		64	
38		42		65	
39		43		66	
40		44		68	
41		46		69	
42		47		71	
43		49		72	
44		50		73	
45		51		75	
46		53		76	
47		54		78	
48		56		79	
49		57		80	
50		58		82	
51		60		83	
52		61		85	
53		63		86	
54		64		87	
55		65		89	
56		67		90	
57		68		92	
58		70		93	
59		71		94	
60		72		96	

N = N^o de amostras, LI = limite inferior e LS = limite superior

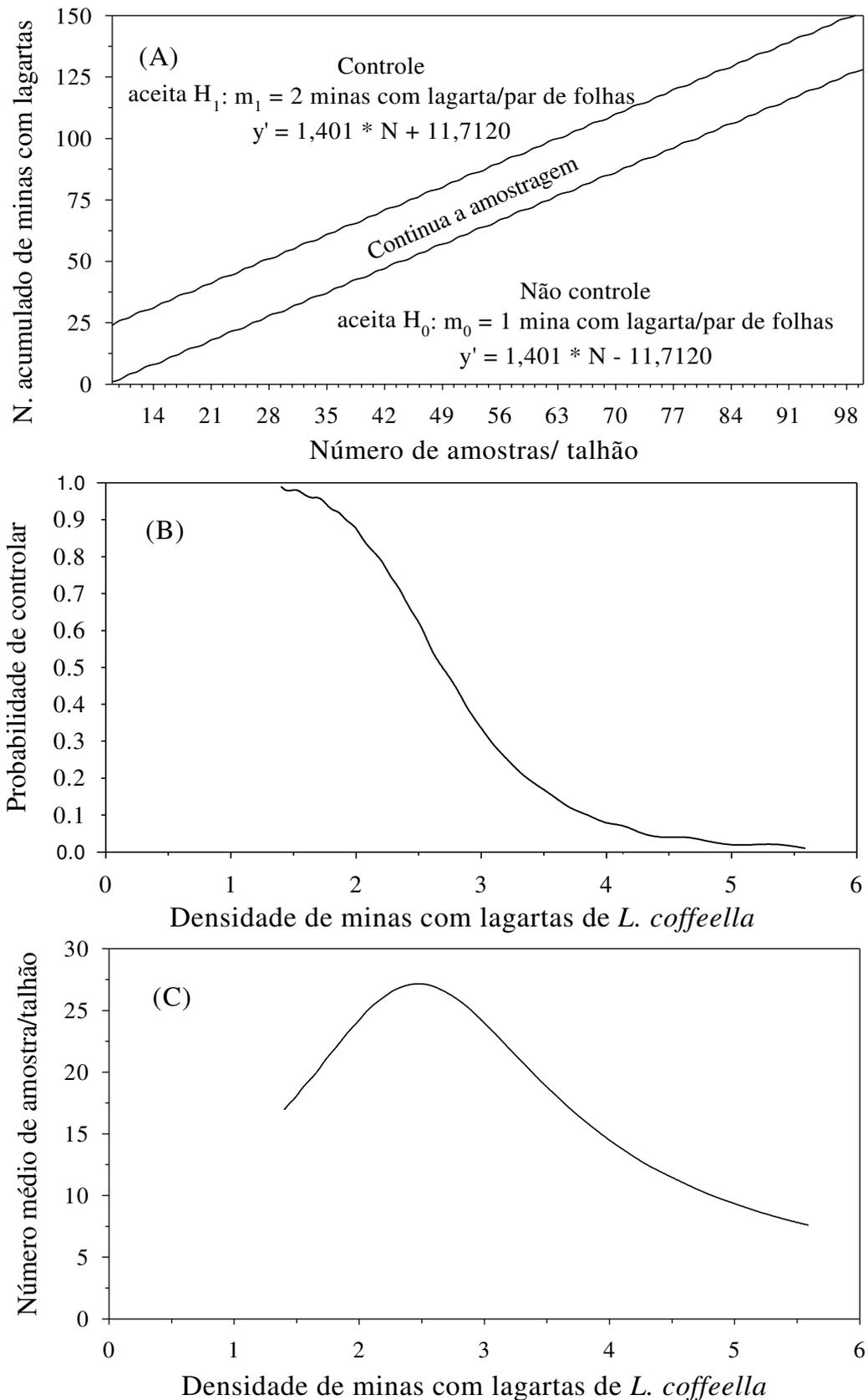


Figura 5. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com contagem de minas com lagartas de *L. coffeella* no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002.

A inclinação dos limites de decisão para o plano de amostragem de vespas predadoras foi $S = 3,487$ e os interceptos dos limites inferior e superior foram $h_0 = -20,715$ e $h_1 = 20,715$. O número mínimo de amostras para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar, foi de seis amostras/talhão. A probabilidade de tomar a decisão de não controle do bicho mineiro, quando sua densidade for menor ou inferior ao limite inferior, foi de 100%, sendo requeridas 12 amostras/talhão para esta decisão. Já a probabilidade de tomar a decisão de controle do bicho mineiro, quando sua densidade for igual ou maior que o nível de controle, foi superior a 85%, sendo requeridas 13 amostras/talhão (Tabela 11 e Figura 6).

3.3.2.2. PLANOS COM AVALIAÇÃO DE PRESENÇA/AUSÊNCIA

3.3.2.2.1. PLANOS CONVENCIONAIS

Os planos de amostragens convencionais do bicho mineiro, em lavouras em produção, com avaliação de presença/ausência no terço mediano do dossel de lavouras em produção a 5, 10, 15, 20 e 25% de precisão requereram 2054, 514, 228, 128 e 82 amostras/talhão, respectivamente. Já para os planos de amostragem convencionais de vespas predadoras, com avaliação de presença/ausência, a esses níveis de precisão, foram requeridas 3877, 969, 431, 242 e 155 amostras/talhão, respectivamente.

3.3.2.2.2. PLANOS SEQUENCIAIS

No terço mediano, as densidades críticas inferior e superior para os planos de amostragem sequencial, com avaliação de presença/ausência do ataque do bicho mineiro, em lavouras em produção foram $p_0 = 0,29$ e $p_1 = 0,58$ amostras com minas. A inclinação dos limites de decisão, para esse plano de amostragem, foi $S = 0,4290$ e os interceptos dos limites inferior e superior foram $h_0 = -2,4257$ e $h_1 = 2,4257$. O número mínimo de amostras para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar foi de sete amostras/talhão. A probabilidade de tomar decisão de não se controlar o bicho mineiro, quando seu ataque for igual ou menor ao limite inferior, foi acima de 90%, sendo necessárias 15 amostras/talhão para a tomada desta decisão. Verificou-se também que

Tabela 11. Amostragem sequencial por contagem de minas de *L. coffeella* predadas por vespas (Hymenoptera: Vespidae) no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002

N		LI		LS	
1		-		-	
2		-		-	
3		-		-	
4		-		-	
5		-		-	
6		0		42	
7		4		45	
8		7		49	
9		11		52	
10		14		56	
11		18		59	
12		21		63	
13		25		66	
14		28		70	
15		32		73	
16		35		77	
17		39		80	
18		42		83	
19		46		87	
20		49		90	
21		53		94	
22		56		97	
23		59		101	
24		63		104	
25		66		108	
26		70		111	
27		73		115	
28		77		118	
29		80		122	
30		84		125	
31		87		129	
32		91		132	
33		94		136	
34		98		139	
35		101		143	
36		105		146	
37		108		150	
38		112		153	
39		115		157	
40		119		160	
41		122		164	
42		126		167	

N		LI		LS	
50		154		195	
51		157		199	
52		161		202	
53		164		206	
54		168		209	
55		171		213	
56		175		216	
57		178		219	
58		182		223	
59		185		226	
60		189		230	
61		192		233	
62		195		237	
63		199		240	
64		202		244	
65		206		247	

N = N^o de amostras, LI = limite inferior e LS = limite superior

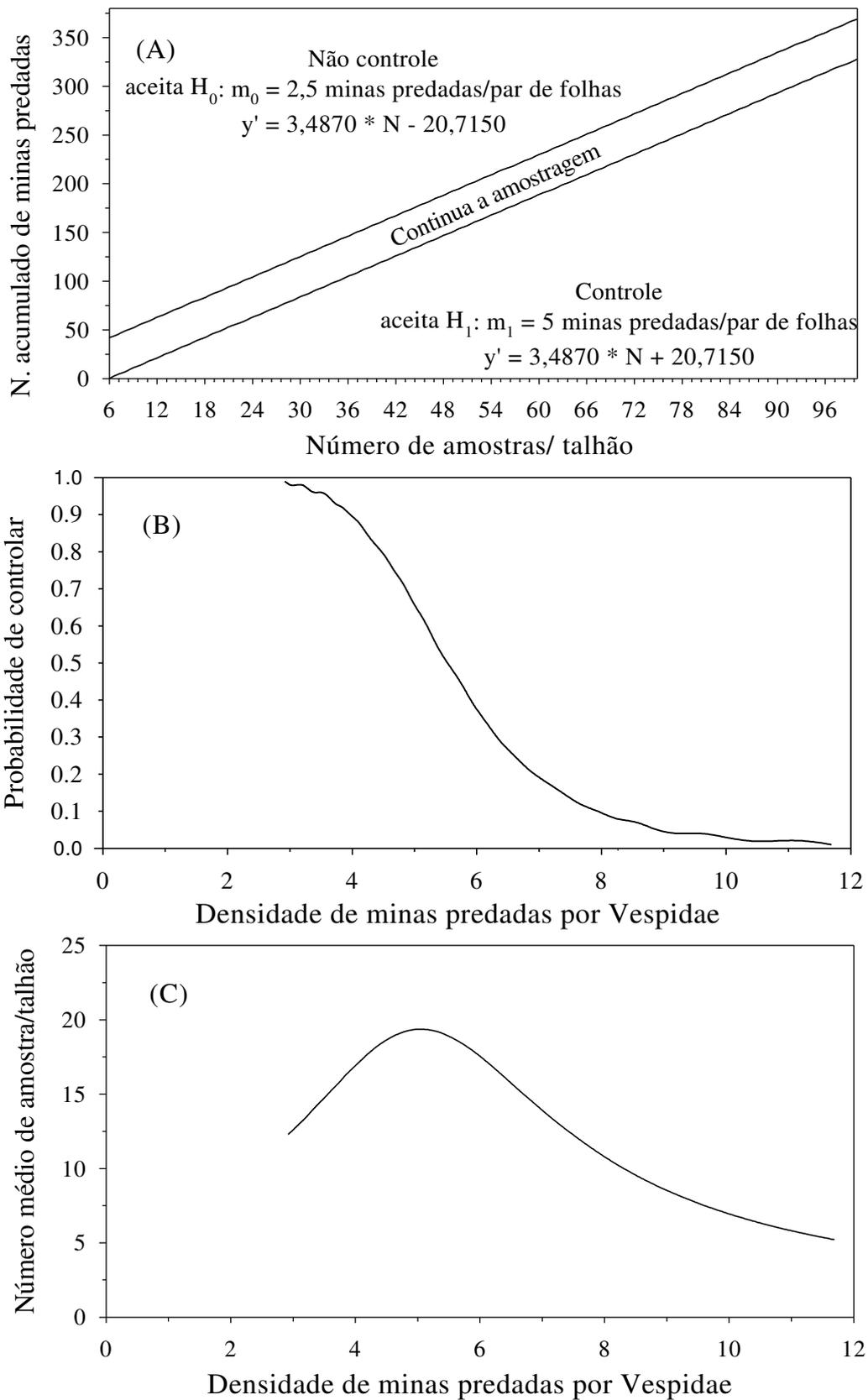


Figura 6. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com contagem de minas de *L. coffeella* predadas por vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002.

quando o ataque do bicho mineiro for igual ou superior ao nível de controle a probabilidade de se tomar decisão de controle é maior que 99%, sendo necessárias oito amostras/talhão (Tabela 12 e Figura 7).

No terço mediano, as densidades críticas inferior e superior para o plano de amostragem seqüencial, com avaliação de presença/ausência de vespas predadoras em lavouras em produção foram $p_0 = 0,32$ e $p_1 = 0,65$ amostras com minas predadas. A inclinação dos limites de decisão, para esse plano de amostragem, foi $S = 0,4862$ e os interceptos dos limites inferior e superior foram $h_0 = -2,1827$ e $h_1 = 2,1827$. O número mínimo de amostras para as tomadas de decisões de não controlar, continuar a amostragem ou controlar, foi de seis amostras/talhão. A probabilidade de classificar como baixa (insuficiente para realização de controle efetivo do bicho mineiro) a densidade de vespas predadoras, quando sua população é menor ou igual ao limite crítico inferior, foi superior a 90%, sendo necessárias sete amostras/talhão para a tomada desta decisão. Já quando as densidades desses inimigos naturais são iguais ou superiores ao nível de não ação (uma amostra com minas predadas), a probabilidade de se tomar decisão de não controle do bicho mineiro foi superior a 99%, sendo requeridas 12 amostras/talhão (Tabela 13 e Figura 8).

Tabela 12. Amostragem sequencial com avaliação de presença/ausência de minas com lagartas de *L. coffeella* no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002

N		LI		LS	
7	Não controle	1	Continua a amostragem	5	Controle
8		1		6	
9		1		6	
10		2		7	
11		2		7	
12		3		8	
13		3		8	
14		4		8	
15		4		9	
16		4		9	
17		5		10	
18		5		10	
19		6		11	
20		6		11	
21		7		11	
22		7		12	
23		7		12	
24		8		13	
25		8		13	
26		9		14	
27		9		14	
28		10		14	
29		10		15	
30		10		15	
31		11		16	
32		11		16	
33		12		17	
34		12		17	
35	13	17			
36	13	18			
37	13	18			
38	14	19			
39	14	19			
40	15	20			
41	15	20			
42	16	20			
43	16	21			
44	16	21			
45	17	22			
46	17	22			
47	18	23			
48	18	23			
49	19	23			
50	19	24			
51	19	24			
52	20	25			
53	20	25			
54	21	26			
55	21	26			

N		LI		LS	
56	Não controle	22	Continua a amostragem	26	Controle
57		22		27	
58		22		27	
59		23		28	
60		23		28	
61		24		29	
62		24		29	
63		25		29	
64		25		30	
65		25		30	
66		26		31	
67		26		31	
68		27		32	
69		27		32	
70		28		32	
71		28		33	
72		28		33	
73		29		34	
74		29		34	
75		30		35	
76		30		35	
77		31		35	
78		31		36	
79		31		36	
80		32		37	
81		32		37	
82		33		38	

N = N^o de amostras, LI = limite inferior e LS = limite superior

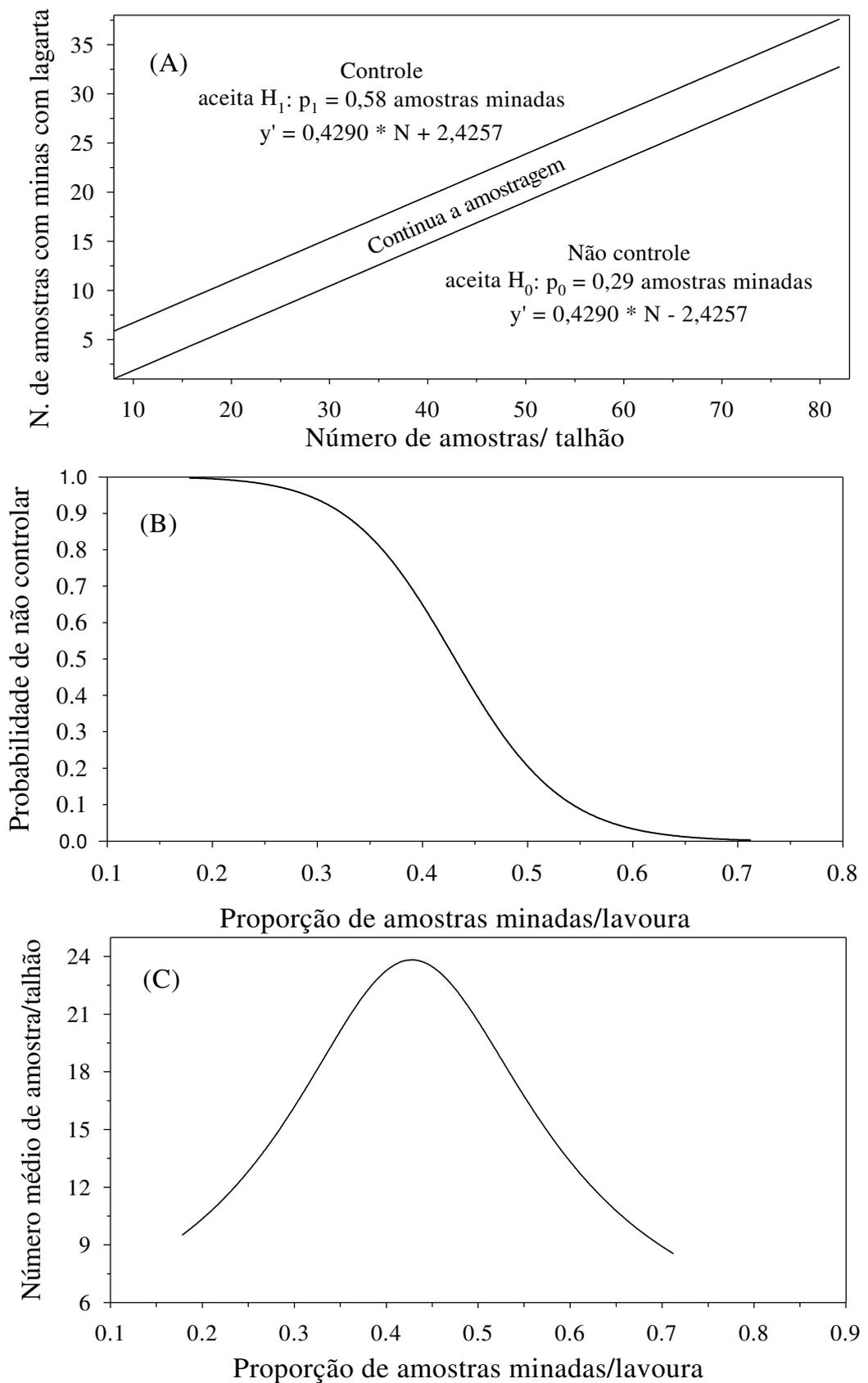


Figura 7. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com avaliação de presença/ausência de minas com lagartas de *L. coffeella* no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002.

Tabela 13. Amostragem sequencial com avaliação de presença/ausência de minas de *L. coffeella* predadas por vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002

N	LI	LS	N	LI	LS	N	LI	LS
6	1	5	65	29	34	124	58	62
7	1	6	66	30	34	125	59	63
8	2	6	67	30	35	126	59	63
9	2	7	68	31	35	127	60	64
10	3	7	69	31	36	128	60	64
11	3	8	70	32	36	129	61	65
12	4	8	71	32	37	130	61	65
13	4	9	72	33	37	131	62	66
14	5	9	73	33	38	132	62	66
15	5	9	74	34	38	133	62	67
16	6	10	75	34	39	134	63	67
17	6	10	76	35	39	135	63	68
18	7	11	77	35	40	136	64	68
19	7	11	78	36	40	137	64	69
20	8	12	79	36	41	138	65	69
21	8	12	80	37	41	139	65	70
22	9	13	81	37	42	140	66	70
23	9	13	82	38	42	141	66	71
24	9	14	83	38	43	142	67	71
25	10	14	84	39	43	143	67	72
26	10	15	85	39	44	144	68	72
27	11	15	86	40	44	145	68	73
28	11	16	87	40	44	146	69	73
29	12	16	88	41	45	147	69	74
30	12	17	89	41	45	148	70	74
31	13	17	90	42	46	149	70	75
32	13	18	91	42	46	150	71	75
33	14	18	92	43	47	151	71	76
34	14	19	93	43	47	152	72	76
35	15	19	94	44	48	153	72	77
36	15	20	95	44	48	154	73	77
37	16	20	96	44	49	155	73	78
38	16	21	97	45	49			
39	17	21	98	45	50			
40	17	22	99	46	50			
41	18	22	100	46	51			
42	18	23	101	47	51			
43	19	23	102	47	52			
44	19	24	103	48	52			
45	20	24	104	48	53			
46	20	25	105	49	53			
47	21	25	106	49	54			
48	21	26	107	50	54			
49	22	26	108	50	55			
50	22	26	109	51	55			
51	23	27	110	51	56			
52	23	27	111	52	56			
53	24	28	112	52	57			
54	24	28	113	53	57			
55	25	29	114	53	58			
56	25	29	115	54	58			
57	26	30	116	54	59			
58	26	30	117	55	59			
59	27	31	118	55	60			
60	27	31	119	56	60			
61	27	32	120	56	61			
62	28	32	121	57	61			
63	28	33	122	57	61			
64	29	33	123	58	62			

N = N^o de amostras, LI = limite inferior e LS = limite superior

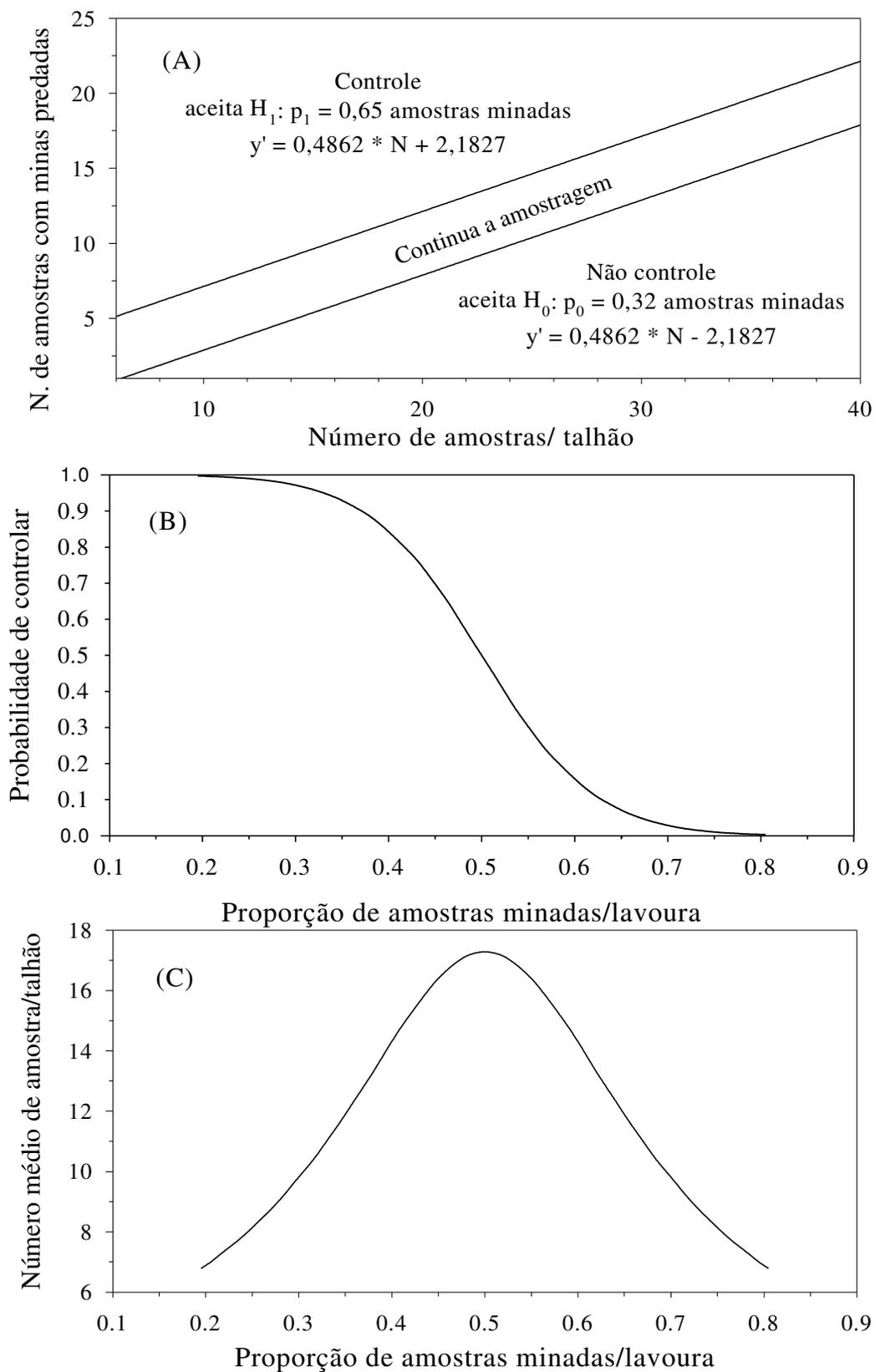


Figura 8. Limites de decisão (A) e curva de operação (B) e de número de amostras (C) para o plano seqüencial com avaliação de presença/ausência de minas de *L. coffeella* predadas por vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) no terço mediano do dossel de lavouras em produção. Viçosa, MG, 2002.

3.4. DISCUSSÃO

Os dados de densidades de *L. coffeella* e de vespas predadoras ajustaram-se ao modelo de distribuição de frequências binomial negativa. Tal fato ocorreu pela maior frequência de amostras com muitos e poucos insetos, levando a uma grande variabilidade dos dados em torno das densidades médias. Isso diminui os valores do parâmetro k da distribuição binomial negativa, ocasionando uma aproximação dos valores da frequência de infestação esperada dos valores observados. A distribuição binomial negativa se adequa mais frequentemente a explicar as relações entre as médias e variâncias das densidades de insetos (Kuehl & Fye, 1972; Barbosa & Perecin, 1982; Taylor, 1984; Bosqueperez & Mareck, 1990; Tonhasca *et al.*, 1994). Essa distribuição estatística também foi encontrada na amostragem de *L. coffeella* em café por Vilacorta & Tornero (1982).

Os limites críticos para tomada de decisão definem três zonas de decisão. A primeira representa a densidade de inseto abaixo da qual a amostragem deve ser interrompida e toma-se a decisão de não controlar a praga (aceita-se a hipótese nula). A segunda é representada pela densidade a partir da qual deve-se tomar uma medida de controle da praga (aceita-se a hipótese alternativa), ou seja, densidades acima deste limite causam danos econômicos. Finalmente a terceira zona de decisão é representada pelas densidades intermediárias entre as decisões de não controlar e controlar a praga. Sendo que a amostragem deve continuar quando forem verificadas densidades que se encontram entre esses limites (Wald

(Wald, 1945, 1947; Fowler & Lynch, 1987; Bates *et al.*, 1991; Nault & Kennedy, 1996; Boeve & Weiss, 1997; Naranjo *et al.*, 1997)).

Para planos convencionais de amostragem, independente do estágio dos cafeeiros, só foram praticáveis os de contagens de minas de *L. coffeella* com lagartas por esses requererem menos de 100 amostras/talhão. Este Limite foi considerado como um limiar para definição de planos praticáveis (Pedigo, 1988; Moura, 2001; Gusmão *et al.*, 2003), os quais requerem, normalmente, mais de uma hora para amostragem de um talhão. Este gasto de tempo normalmente inviabiliza a adoção destes planos, devido a necessidade de se tomar decisões rápidas de controle, sem comprometer a mão-de-obra necessária à execução de outras práticas pelos cafeicultores, tais como irrigações, adubações, pulverizações com defensivos agrícolas, controle de ervas daninhas e colheita.

Villacorta & Tornero (1982), Gravena (1983) e Reis & Souza (1996) recomendam o uso de 4375, 100 e 100 folhas/talhão, respectivamente, para amostragem do bicho mineiro. Números esses que são muito superiores aos determinados no presente trabalho, e que podem inviabilizar a amostragem desse inseto-praga, sobretudo em cultivos mais extensivos.

Os planos de amostragem seqüenciais do bicho mineiro e de vespas predadoras, tanto em cafeeiros em formação como em produção, foram praticáveis exigindo-se de 5 a 24 amostras/talhão para tomada de decisão baseada na praga e 7 a 28 amostras/talhão para a tomada de decisão baseada na população do predador. Além disso, esses planos geraram, em mais de 90% das situações, tomadas de decisão adequadas ao manejo do bicho mineiro, com economia de mais de 80% do tempo e custo de amostragem em relação aos planos convencionais mais praticáveis.

Para tomadas de decisão com precisão acima de 90%, Villacorta & Wilson (1994) recomendam a amostragem seqüencial, com avaliação de presença/ausência de lesões (as quais podem ou não possuir lagartas) em pelo menos 200 folhas/talhão. Villacorta & Tornero (1982), Bearzoti & Aquino (1994) e Vieira Neto *et al.* (1999), para tomadas de decisão com precisão acima de 90%, recomendam a amostragem seqüencial com avaliação do número destas lesões em pelo menos 175, 100 e 50 folhas/talhão. Números esses que são muito

superiores aos obtidos no presente trabalho. Tal fato ocorreu, possivelmente, devido a ter-se realizado trabalho de seleção da amostra ideal para realização de amostragem tanto em lavouras em formação como em produção. Outro fato que deve ter contribuído para isto foi o grande esforço na coleta de dados no presente trabalho no qual se utilizou 18 lavouras, sendo avaliadas 500 folhas/lavoura para geração dos planos, fato esse que aumenta a precisão das estimativas estatísticas, gerando, assim, planos de amostragem mais seguros e praticáveis. Isto não foi feito na maioria dos trabalhos de amostragem do bicho mineiro, os quais geraram planos de amostragem baseados em contagens em apenas 10 plantas.

Com relação a amostragem de vespas predadoras em cafeeiros Souza *et al.* (1998) recomendam o uso de plano semelhante ao empregado para o bicho mineiro. Entretanto, tal indicação não pode ser considerada adequada, uma vez que com os resultados obtidos no presente trabalho, encontrou-se diferenças entre planos gerados para bicho mineiro e para as vespas predadoras. Assim, torna-se mais adequado que esses insetos sejam amostrados diferenciadamente.

3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLSOPP, P.G.; LADD Jr., T.L.; KLEIN, M.G. Sample sizes and distribution of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) captured in lure traps. *Journal of Economic Entomology*, v.85, n.5, p.1795-1800, 1992.
- BARBOSA, J.C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1997), na cultura do milho. *Científica*, v.10, n.2, p.181-191, 1982.
- BARRIGOSI, J.A.F. Development of an integrated pest management for the Mexican bean beetle (*Epilachna varivestis* Mulsant) as a pest of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Nebraska: 1997, 125p. Dissertation (Doctor of Philosophy in Entomology) – University of Nebraska, 1997.
- BATES, B.A.; WEISS, M.J.; CARLSON, R.B.; MCBRIDE, D.K. Sequential sampling plan for *Limothrips denticornis* (Thysanoptera: Thripidae) on spring barley. *Journal of Economic Entomology*, v.84, n.5, p.1630-1634, 1991.
- BEARZOTI, E.; AQUINO, L.H. Plano de amostragem seqüencial para avaliação da infestação de bicho-mineiro (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, n.5, p.695-705, 1994.

- BOEVE, P.J., WEISS, M.J. Binomial sequential sampling plans for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in spring wheat. *Journal of Economic Entomology*, v.90, n.4, p.967-975, 1997.
- BOSQUEPEREZ, N.A.; MARECK, J.H. Distribution and species composition of lepidopterous maize borers in Southern Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, v.80, n.4, p.363-368, 1990.
- CHO, K.; ECKEL, C.S.; WALCENBACH, J.F.; KENNEDY, G.G. Spatial distribution and procedures for *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) in stalked tomato. *Journal of Economic Entomology*, v.88, n.6, p.1658-1665, 1995.
- CROFT, B.A.; WELCH, S.M.; DOVER, M.J. Integrated management of insect pests of pome and stone fruits. New York: Wiley Interscience, 1983, 454p.
- DOANE, J.F.; MUKERJI, M.K.; OLFERT, O. Sampling distribution and sequential sampling for subterranean stages of orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Diptera: Cecidomyidae) in spring wheat. *Crop Protection*, v.19, n.6, p.427-434, 2000.
- FARIAS, P.R.S. Distribuição espacial e amostragem seqüencial de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) na cultura do milho. Jaboticabal: UNESP, 1996, 129p. (Dissertação de Mestrado em Experimentação Agrônômica).
- FOWLER, G.W., LYNCH, A.M. Sampling plans in insect pest management based on wald's sequential probability ratio test. *Environmental Entomology*, v.16, p.345-354, 1987.
- GRAVENA, S. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842): I- Dinâmica populacional e inimigos naturais. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.12, n.1, p.61-67, 1983.
- GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. Jaboticabal: UNESP, 1992. (Boletim Técnico, 4).

- GREENN, R.H. On fixed precision sequential sampling. *Researches Population Ecology*, v.12, n.2, p.249-251, 1970.
- GUSMÃO, MR. Avaliação de vetores de viroses, predadores e parasitóides e planos de amostragem para mosca-branca em tomateiro. Viçosa: UFV, 2000, 42p. (Dissertação de Mestrado em Entomologia).
- GUSMÃO, M.R.; PICANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; SILVA, D.J.H.; BARRIGOSI, J.A.F. Standardised sampling plan for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in outdoor tomatoes, *Scientia Horticulturae* (Prelo), 2003.
- HAMMOND, R.B.; PEDIGO, L.P. Sequential sampling plans for the green cloverworm in Iowa soybeans. *Journal of Economic Entomology*, v.69, n.2, p.181-185, 1976.
- HANKS, L.M.; DENNO, R.F. The role of demic adaptation in colonization and spread of scale insect populations. In: KIM, K.C.; McPHERON, B.A. *Evolution of insects pests: patterns of variation*. New York: John Wiley, 1993, p.393-411.
- HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. Economic thresholds for integrated pest management. Lincoln: UNL, 1996. 327p.
- HO, C.C. Dispersion statistics and sample size estimates for *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) on mulberry. *Environmental Entomology*, v.22, n.1, p.21-25, 1993.
- IWAO, S. A new method of sequential sampling to classify populations relative to a critical density. *Researches Population Ecology*, v.16, n.2, p.281-288, 1975.
- KUEHL, R.O.; FYE, R.E. Analysis of sampling of distributions of cotton insects in Arizona. *Journal of Economic Entomology*, v.65, n.3, p.855-860, 1972.
- LLOYD, M. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology*, v.36, n.1, p.1-30, 1967.

- MOURA, M.F. Plano de amostragem convencional da mosca branca *Bemisia tabaci* (genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) na cultura do pepino. Viçosa: UFV, 2001, 49p. (Dissertação de Mestrado em Entomologia).
- NARANJO, S.E.; DIEHL, J.W.; ELLSWORTH, P.C. Sampling whiteflies in cotton: validation and analysis of enumerative and binomial plans. *Environmental Entomology*, v.26, n.4, p.777-788, 1997.
- NAULT, B.A.; KENNEDY, G.G. Sequential sampling plans for use in timing insecticide applications for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in potato. *Journal of Economic Entomology*, v.89, n.6, p.1468-1476, 1996.
- NAVAS, V.E.S.; FUNDERBURD, J.E.; MACK, T.P.; BESHEAR, R.J.; OLSON, S.M. Aggregation indices and sample size curves for binomial sampling of flower-inhabiting *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) on tomato. *Journal of Economic Entomology*, v.87, n.6, p.1622-1626, 1994.
- PEDIGO, L.P. *Entomology and pest management*. New York: Macmillan, 1988. 646p.
- PEDIGO, L.P., ZEISS, M.R. *Analyses in insect ecology and management*, Ames: Iowa State University, 1996. 168p.
- PIELOU, E.C. *An introduction to mathematical ecology*. New York: John Wiley & Sons, 1969, 286p.
- REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Manejo integrado do bicho mineiro das folhas do cafeeiro e seu reflexo na produção de café. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.25, n.1, p.77-82, 1996.
- RUESINK, W.G., KOGAN, M. 1982. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. In: METCALF, R., LUCKMAN, W. (Eds.). *Introduction to insect pest management*. New York: John Wiley, 1982. p.315-352.

- SCHULTHESS, F.; BOSQUE-PÉREZ, N.A.; GOUNOU, S. Sampling Lepidopterous pests on maize in West Africa. *Bulletin Entomology Research*, v.81, p.297-301, 1991.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, O.L.R. Bicho mineiro: biologia, danos e manejo integrado. 2nd Ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48p.
- STEINER, M.Y. Determining population characteristics and sampling procedures for the Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse cucumber. *Environmental Entomology*, v.19, n.5, p.1605-1613, 1990.
- STERLING, W.L.; BLEICHER, E.; JESUS, F.M.M. Um programa de manejo integrado para insetos do algodoeiro no nordeste do Brasil usando amostragem seqüencial. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.12, n.1, p.85-98, 1983.
- STONE, J.D., PEDIGO, L.P. Development and economic injury level of the green cloverworm on soybean in Iowa. *Journal of Economic Entomology*, v.65, p.197-201, 1972.
- TAYLOR, L.R. Aggregation, variance and the mean. *Nature*, v.189, p.732-735, 1961.
- TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. *Annual Review of Entomology*, v.29, p.231-257, 1984.
- TONHASCA, A.; PALUMBO, J.C.; BYRNE, D.N. Distribution patterns of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe fields in Arizona. *Environmental Entomology*, v.23, n.4, p.949-954, 1994.
- VIEIRA NETO, J.; AQUINO, L.H.; BEARZOTI, E.; SOUZA, J.C. Otimização da amostragem seqüencial para o monitoramento do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.23, n.3, p.707-718, 1999.

- VILACORTA, A.; TORNERO, M.T.T. Plano de amostragem seqüencial de dano causado por *Perileuoptera coffeella* no Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.17, n.9, p.1249-1260, 1982.
- VILACORTA, A.; WILSON, L.T. Plano de amostragem seqüencial de presença-ausência do dano causado pelo bicho mineiro *Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.23, n.2, p.277-
- WALD, A. Sequential test of statistical hypotheses. Annual of Mathematics Statistical, v.16, n.2, p.117-186, 1945.
- WALD, A. Sequential analysis. New York: John Wiley, 1947.
- WATERS, W.E. Sequential sampling in forest insect surveys. Forest Science, v.1, n.1, p.68-79, 1955.
- WILSON, L.T. Estimating the abundance and impact of arthropod natural enemies on IPM systems. In: HOY, M.A.; HERZOG, D.C. (Eds.). Biological control in agricultural IPM systems. London: Academic, 1985, p.303-322.
- WILSON, L.T., ROOM, P.M. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton, with implications for binomial sampling. Environmental Entomology, v.12, p.50-54, 1983.
- YANINEZ, J.S.; BAUMGAERTNER, J.; GUTIERREZ, A.P. Sampling *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) on cassava in África. Bulletin of Entomological Research, v.81, n.201-208, 1991.
- YOUNG, L.J.; YOUNG, J.H. Statistical ecology: A population perspective. Linclon: UNL,1998. 438p.

4. CONCLUSÕES GERAIS

- Em cafeeiros em formação a amostragem de *L. coffeella* e de Vespidae deve ser realizada nos pares de folhas posicionados nos 6º e 5º nós de ramos plagiotrópicos primários localizados no terço mediano do dossel, na face leste das plantas.
- Em cafeeiros em produção a amostragem de *L. coffeella* e de Vespidae pode ser realizada nos terços mediano e basal do dossel.
- Nos terços mediano e basal do dossel a amostragem do bicho mineiro e de suas vespas predadoras deve ser realizada nos pares de folhas posicionados nos 3º e 5º nós, respectivamente, na face oeste das plantas.
- No terço mediano, a amostragem de *L. coffeella* deve ser realizada nos ramos plagiotrópicos primários e a de vespas, nos ramos plagiotrópicos secundários.
- No terço basal a amostragem do bicho mineiro e de suas vespas predadoras deve ser feita nos ramos plagiotrópicos secundários.
- Os planos convencionais, tanto para cafeeiros em formação como em produção, só são praticáveis os de contagens de minas de *L. coffeella*.
- São requeridas 49 amostras/talhão para amostragem convencional do bicho mineiro no terço mediano de cafeeiros em formação e 60 amostras/talhão no terço mediano de cafeeiros em produção.
- Os planos de amostragem seqüenciais do bicho mineiro e de vespas, tanto em cafeeiros em formação como em produção, são praticáveis exigindo-se normalmente de 5 a 24 amostras/talhão para tomada de decisão baseada na praga e 7 a 28 amostras/talhão para a tomada de decisão baseada na população do predador.
- Os planos seqüenciais geram em mais de 90% das situações tomadas de decisão adequadas ao manejo *L. coffeella* com economia de mais de 80% do tempo e custo de amostragem em relação aos planos convencionais mais praticáveis.