

MARCELO FIALHO DE MOURA

**DANOS, SISTEMA DE TOMADA DE DECISÃO DE
CONTROLE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Empoasca kraemeri*
NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2005

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

T

M929d
2005
Moura, Marcelo Fialho de, 1975
Danos, sistema de tomada de decisão de controle e
distribuição espacial de *Empoasca kraemeri* na cultura
do feijoeiro / Marcelo Fialho de Moura. – Viçosa :
UFV, 2005. x, 97f.: il.; 29cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

Inclui bibliografia.

1. *Empoasca kraemeri* – Controle – Processo decisório.
2. Amostragem (Estatística). 3. Distribuição binomial.
4. Inseto – Populações. 5. Feijão - Doenças e pragas -
Controle. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 632.754

MARCELO FIALHO DE MOURA

**DANOS, SISTEMA DE TOMADA DE DECISÃO DE
CONTROLE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Empoasca
kraemeri* NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

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

APROVADA: 14 de julho de 2005


Prof. Raul Narciso Carvalho Guedes
(Conselheiro)


Prof. Germano Leão Demolin Leite


Prof. José Eustáquio de Souza Carneiro


Dr. Márcio Dionízio Moreira


Prof. Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)

Na realidade, todas as coisas, todos os acontecimentos, para quem os sabe ler com profundidade, encerram uma mensagem que, em definitivo, remete para Deus.

(João Paulo II)

A Deus, por me proporcionar a vida.

Agradeço

*Aos meus pais, Gilberto e Maria Antônia, por me preparar para a vida;
Aos meus irmãos, Gilberto e Elisa, pela amizade que sempre me ofereceram;
À minha esposa, Adriana, pelo amor, companheirismo e pela paciência;
À minha filha, Gabriela, por me trazer alegria, amor e ânimo para enfrentar os
desafios.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio institucional.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço pela orientação, incentivo e amizade que muito contribuíram para a realização desta tese.

Aos professores Raul Narciso Carvalho Guedes e Paulo de Marco Júnior pela contribuição e apoio.

Aos professores José Eustáquio de Souza Carneiro, José Cola Zanúncio, Terezinha M. C. Della Lúcia, Germano Leão Demolin Leite e ao doutor Marcio Dionízio Moreira pelos ensinamentos e experiência transmitidos.

Aos funcionários da pós-graduação em Entomologia, Maria Paula, Francisco Ribeiro e José Evaristo, pela competência e dedicação ao trabalho.

Aos agricultores do município de Coimbra, MG, por permitirem a execução desta pesquisa em suas propriedades.

Aos amigos e colegas de pesquisa: Adilson, Alfredo, Altair, Elisângela, Emerson, Ézio, Lessando, Júlio, Gérson, Mateus, Flávio, Maria Elisa, Valquíria e Jander pela indispensável ajuda na coleta dos dados.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para que esse trabalho fosse realizado.

BIOGRAFIA

Marcelo Fialho de Moura, filho de Gilberto Augusto de Laranjeira Moura e Maria Antonia Fialho Moura, nasceu no dia 13 de julho de 1975, em Caetité, Bahia.

Cursou o ensino secundário no colégio do Santíssimo Sacramento em Salvador, BA, concluindo-o em 1993.

Em março de 1994 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa onde se graduou Engenheiro Agrônomo em agosto de 1999.

Durante o período de graduação iniciou seus trabalhos na área entomológica, onde, durante quatro anos conduziu pesquisas com manejo integrado de pragas, sendo bolsista de iniciação científica do PIBIC/CNPq durante dois anos e meio.

Ainda na Universidade Federal de Viçosa e na orientação do professor Marcelo Coutinho Picanço, em agosto de 2001, obteve o título de *Magister Scientiae* em Entomologia e ingressou no curso de Doutorado em Entomologia, defendendo tese em 14 de julho de 2005.

ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6

CAPÍTULO I: ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE <i>Phaseolus vulgaris</i> SUBMETIDO Á INFESTAÇÃO DE <i>Empoasca kraemeri</i> ..	11
RESUMO.....	11
1.1. INTRODUÇÃO.....	12
1.2. MATERIAL E MÉTODO	14
1.3. RESULTADOS	17
1.4. DISCUSSÃO	20
1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

CAPÍTULO II: PLANO DE AMOSTRAGEM CONVENCIONAL DE <i>Empoasca kraemeri</i> NA CULTURA DO FEIJOEIRO.....	33
RESUMO.....	33
2.1. INTRODUÇÃO.....	34
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.3. RESULTADOS	40
2.4. DISCUSSÃO	42
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

CAPÍTULO III: NÍVEL DE DANO ECONÔMICO E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE <i>Empoasca kraemeri</i> (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) NO FEIJOEIRO.....	55
RESUMO.....	55
3.1. INTRODUÇÃO.....	56
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
3.2.1. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO.....	58
3.2.2. ESTABELECIMENTO DO PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL.....	60
3.3. RESULTADOS.....	62
3.4. DISCUSSÃO.....	64
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

CAPÍTULO IV: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE <i>Empoasca kraemeri</i> (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM <i>Phaseolus vulgaris</i>	77
RESUMO.....	77
4.1. INTRODUÇÃO.....	78
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	81
4.3. RESULTADOS.....	83
4.4. DISCUSSÃO.....	85
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
CONCLUSÃO GERAL.....	97

RESUMO

MOURA, Marcelo Fialho de. D.S. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005. **Danos, sistema de tomada de decisão de controle e distribuição espacial de *Empoasca kraemeri* na cultura do feijoeiro.** Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Conselheiros: Paulo de Marco Júnior e Raul Narciso Carvalho Guedes.

A cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore) (Hemiptera: Cicadellidae) é considerada a praga - chave da cultura do feijoeiro *Phaseolus vulgaris* no Brasil, não existindo sistema de tomada de decisão para o seu controle. Assim, os objetivos dessa pesquisa foram: avaliar os efeitos de incidência de seus adultos sobre o desenvolvimento e produtividade do feijoeiro, descrever sua variabilidade espacial, determinar a técnica amostral mais precisa e representativa, estabelecer níveis de dano econômico e planos de amostragem a comporem o sistema de tomada de decisão. O ataque de *E. kraemeri* ao feijoeiro reduziu a taxa de produção de matéria seca, reduziu a área foliar das plantas, aumentou o número e diminuiu o tamanho das folhas, reduziu a produção de biomassa e elevou o peso da matéria seca das folhas em relação ao peso da matéria seca total, resultando em menor produtividade (g/planta), menor número de grãos por planta e grãos mais leves. As melhores folhas para amostrar *E. kraemeri* por contagem direta, foram a 4^a e 5^a folha a partir do ápice das plantas para adultos e a 5^a folha para ninfas. A batida de duas plantas em bandeja foi a técnica amostral mais precisa e representativa para se amostrar adultos e ninfas,

sendo necessárias 63 amostras/talhão para amostragem convencional de adultos e 118 amostras/talhão para amostragem convencional de ninfas. Os níveis de dano econômico para adultos foram: 0,48, 0,39 e 0,35 adultos por bandeja, para produtividade esperada de 1200, 1800 e 2400 Kg/ha de feijão. Os planos de amostragem seqüencial estabelecidos apresentam 90% de probabilidade de indicar uma decisão correta, possibilitando uma economia de cerca de 57% do tempo e custo de amostragem em relação ao plano convencional. Em densidades inferiores ao nível de dano econômico, a população de *E. kraemeri* apresentou distribuição espacial ao acaso. Já em densidades maiores do que o nível de dano econômico, sua população apresentou distribuição agregada. A dependência espacial entre amostras foi de 4,5 m no plantio da seca, e 3,5 m no plantio de inverno e os mapas de densidade populacional mostraram que existe uma tendência da densidade populacional de *E. kraemeri* aumentar com o tempo de cultivo e das áreas periféricas para as áreas centrais.

ABSTRACT

MOURA, Marcelo Fialho de. D.S. Universidade Federal de Viçosa, July 2005.
Damage, control decision-making system and spatial distribution of *Empoasca kraemeri* on bean crop. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço.
Committee Members: Paulo de Marco Júnior and Raul Narciso Carvalho Guedes.

The Leafhopper *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore) (Auchenorrhyncha: Cicadellidae) is considered one of the most damaging insect on bean crop *Phaseolus vulgaris* in Brazil, not existing a control decision-making system for its control. Thus, the objectives of this research was: to evaluate the effect of incidence of its adults on the development and productivity of the bean plants, to describe its spatial variability, to determine the more accurate and representative sampling technique for *E. kraemeri* and to establish levels of economic damage and plans of sampling to compose the control decision-making system. The attack of *E. kraemeri* to the bean plants reduced the production of dry matter, reduced the foliar area of the plants, increased the number and reduced the size of the leaves. Furthermore, the attack reduced the biomass production and raised the weight of the dry matter of leaves compared to the weight of the total dry matter, resulting in lesser productivity (g/plant), low number of grains in each plant and lighter grains. The best leaves to sample for direct counting of *E. kraemeri* are the 4th and 5th leaf starting from the apex of the plants for adults and 5th leaf for nymphs. The more accurate and representative sampling technique for adults and

nymphs was the beating tray method, being necessary 63 samples/plot for conventional sampling of adults and 118 samples/plot for conventional sampling of nymphs of *E. kraemeri*. The levels of economic damage for adults were: 0,48, 0,39 and 0,35 adults per tray, for the productivity of 1200, 1800 and 2400 kg/ha of beans. The established plans of sequential sampling presented 90% of probability to indicate a correct decision, making possible an economy of about 57% of the time and cost of sampling in relation to the conventional plan. In lower densities than the level of economic damage, the population of *E. kraemeri* had randomized spatial distribution in the bean crop. However, in bigger densities than the level of economic damage, the population had aggregate spatial distribution. The spatial dependence between samples was 4,5m in the plantation of dry season, and 3,5m in the plantation of winter, and the maps of population density had shown that there is a tendency of the population density of *E. kraemeri* to increase with the time of cultivation and from the peripheral areas to the central areas.

INTRODUÇÃO GERAL

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) ocupa uma importante posição na agricultura brasileira pelo seu grande uso alimentar, com consumo médio de 18 kg por habitante/ano (Rapassi et al., 2003). Anualmente, 3,9 milhões de hectares são cultivados com essa leguminosa, com uma produtividade média de 725,60 Kg/ha (CONAB, 2004), e um potencial para alcançar até 5000 Kg/ha (Graham & Ranalli, 1997). Esse baixo nível de produtividade ocorre pela adoção de baixa tecnologia de cultivo, uso reduzido de insumos e a ocorrência de pragas e doenças (Boiça Jr. et al., 2000; Rapassi et al., 2003).

Diversas espécies de insetos atacam o feijoeiro, os quais chegam a ser considerados como o fator responsável pela restrição da sua produtividade na região dos trópicos (Singh & Emden 1979; Calil et al., 1985; Vieira 1988; Picanço et al., 2001). Dentre esses insetos, a cigarrinha verde, *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae) é considerada praga-chave do feijoeiro (Nault & Rodrigues, 1985; Picanço et al., 2001), tanto pela sua vasta distribuição como pelos prejuízos que pode causar à cultura. Seus adultos comprometem o desenvolvimento e produção da planta ao succionar a seiva e inocular toxinas presentes em sua saliva (Calil et al., 1985; Bulisani et al., 1987; Nault & Rodrigues, 1985; Ecale Zhou & Backus 1999; Nakano et al., 2002; Pirone et al., 2002). Sua alimentação em tecidos vasculares provoca hipertrofia das células cambiais e colapso das células do floema, prejudicando o transporte

de fotoassimilados pelo floema (Hibbs et al., 1964; Nielsen et al., 1999), comprometendo as taxas fotossintéticas (Womack, 1984), resultando no amarelecimento das folhas bem como na redução da produtividade e qualidade do produto (Raven, 1983; Hower, 1989; Hutchins & Pedigo, 1989; Pirone, et al., 2002).

Para avaliar os efeitos do ataque de *E. kraemeri* sobre as plantas do feijoeiro, a análise de crescimento se apresenta como uma poderosa ferramenta, pois descreve as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento (Urchei et al., 2000). Sua adoção permite estabelecer uma ligação entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise desta por meio de métodos fisiológicos, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados (Kvet et al., 1971; Urchei et al., 2000; Benincasa, 1988; Aguilera et al., 2004).

Em todo o mundo, o controle químico é a forma mais utilizada para a proteção de cultivos, por ser efetivo, de baixo custo e de fácil adoção (Harein & Davis, 1992). No entanto, o aumento do número de casos de resistência dos insetos aos inseticidas e a possibilidade de contaminação dos operadores, alimentos e meio ambiente, levaram a uma busca por melhorias no sistema (Brower et al., 1996). Esta melhoria foi alcançada com a adoção da filosofia do Manejo Integrado de Praga (MIP) (Pedigo, 1989; Dent, 1993), através do monitoramento, das análises de risco ambiental e do custo-benefício para a tomada de decisão (Hagstrum & Flinn, 1996).

No manejo integrado de pragas as medidas de controle devem ser adotadas quando a cigarrinha estiver presente numa densidade populacional capaz de ocasionar dano econômico ao cultivo. Assim, sua densidade populacional deve ser constantemente monitorada para se determinar o melhor momento de intervir (Pedigo, 1989; Dent, 1993; Nault & Kennedy, 1996; Moura et al., 2003).

A determinação do momento propício para adoção do controle químico se baseia no nível de dano econômico e no nível de controle (Sauer et al., 1992; Hagstrum & Flinn, 1996). O nível de dano econômico corresponde a densidade populacional na qual o custo de seu controle é igual ao benefício esperado por

sua adoção (Stern et al., 1959; Hagstrum & Flinn, 1996). Já o nível de controle corresponde à intensidade de ataque da praga na qual medidas de controle devem ser adotadas, evitando, assim, que sua densidade venha a superar o nível de dano econômico (Stern et al., 1959; Onstad, 1987; Pedigo, 1989; Dent, 1993; Hagstrum & Flinn, 1996).

Como a determinação do nível de controle exige que se conheça a biologia da praga e de seu hospedeiro, a taxa de crescimento da população e do seu dano, e o intervalo de tempo associado com a tática de controle utilizada, o nível de dano econômico é o índice mais amplamente utilizado pelos agricultores e pesquisadores (Higley & Pedigo, 1993).

A densidade populacional da praga a ser comparada com o nível de dano econômico, necessária à toma da decisão de controle, é determinada pela adoção de planos amostrais, que podem ser tanto seqüencial quanto convencional (Pedigo, 1989; Dent, 1993)

O plano de amostragem convencional é uma importante ferramenta utilizada na tomada de decisão de controle (Pedigo, 1989) por ser o ponto inicial de geração de sistemas de tomada de decisão em programas de manejo integrado de pragas e permitir determinar o nível de dano econômico e a escolha da melhor unidade e técnica amostral (Nault & Kennedy, 1996; Gusmão et al., 2005).

No estabelecimento do plano de amostragem convencional é necessário determinar a distribuição de freqüência dos dados (Young & Young, 1998), uma vez que a prática tem mostrado que quando a mesma unidade amostral é usada para examinar a mesma espécie em ambientes e densidades similares, as distribuições de freqüências dos dados amostrais são também similares. Assim, embora padrões espaciais possam diferir com o tempo ou lugar, as distribuições de freqüência são freqüentemente semelhantes (Binns et al., 2000). Dessa forma, o conhecimento da distribuição de freqüência dos dados amostrais tem uma grande utilização para a seleção da metodologia adequada ao desenvolvimento de planos amostrais (Fowler & Lynch, 1987; Young, 1994; Binns et al., 2000).

O plano convencional é composto por um número fixo de amostras a serem obtidas por unidade de área (Gusmão et al., 2005) e o número de unidade amostral desse plano deve possibilitar amostrar de forma precisa, rápida e com

baixo custo (Bliss & Owens, 1958; Pedigo, 1989; Gusmão et al., 2005) e permitir estabelecer a técnica amostral, os índices de tomada de decisão e servir de padrão de comparação para os planos de amostragem seqüencial (Moura et al., 2003). Já no plano seqüencial, o número de amostras a ser obtido é variável. Esse número é relativamente pequeno quando a população da praga for menor que a densidade crítica do limite inferior, ou quando a população da praga for maior que a densidade crítica do limite superior. Quando a população da praga for intermediária às densidades críticas, é necessário um número grande de amostra. Isto significa que se pode confiar na classificação da população de insetos com poucas amostras quando eles apresentam extremos (alta ou baixa densidade). Porém, em níveis intermediários, a classificação exigirá maior número de amostras para ser confiável. O plano seqüencial tem sido desenvolvido para muitos insetos-praga por obter uma economia média de 50 a 65% no tempo gasto, quando comparado com os planos convencionais (Wald, 1945; Peters & Sterling, 1975; Pedigo, 1989).

O conhecimento do padrão de distribuição espacial de um inseto permite concentrar o esforço amostral e de manejo nos locais onde se encontram (Heads & Lawton 1983; Hassel 1987; Barrigossi et al., 2001). Esse padrão de distribuição tem sido constantemente determinado através da análise de distribuição de freqüência dos dados, que se baseia na relação existente entre a variância e a média, desconsiderando o fator espaço (Krebs, 1989). A distribuição de freqüência é afetada pela distribuição espacial, mas não representa a distribuição no espaço (Binns et al., 2000).

Uma melhor opção para se determinar a dependência espacial entre amostras é a adoção da geoestatística (Schotzko & O'Keeffe, 1989; Midgarden et al., 1993; Ellsbury et al., 1998; Wright et al., 2002). A geoestatística envolve a utilização de métodos de correlação, covariância e funções de semivariância para descrever os padrões espaciais dos indivíduos. São utilizadas informações dos valores e localização das amostras para determinar a correlação entre pontos e direções de amostragem. Desta forma, este método tem a vantagem de determinar o contágio espacial de uma variável em determinada escala e direção. Cada amostra localizada por coordenadas (x e y) é pareada com outras amostras,

sendo ordenadas pelas distâncias que as separam. A geoanálise testa se o valor observado de uma variável, para um determinado local, é dependente de valores de variáveis de locais vizinhos. Caso exista dependência, a variável exibe autocorrelação espacial (Sokal & Oden, 1978). O semivariograma é uma função utilizada na geoestatística para a modelagem da dependência espacial em estudos entomológicos (Brenner et al., 1998; Barrigossi et al., 2001). A forma do semivariograma indica a existência da dependência espacial, entre amostras, e o grau dessa dependência (Barrigossi et al., 2001).

Existindo dependência espacial, sua caracterização será usada para interpolar os valores de pontos não amostrados dentro da área estudada através da krigagem. Este processo de interpolação produz um grid de valores estimados, os quais são usados para quantificar a distribuição total da variável de interesse. Finalmente, os dados interpolados são utilizados para criar isolinhas de mesma densidade, as quais são visualizadas em mapas de contornos bi ou tridimensionais para obtenção da distribuição espacial da variável em estudo (Brenner et al., 1998).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o agroecossistema e implementar sistemas de amostragem e tomada de decisão de controle de *Empoasca kraemeri* na cultura do feijoeiro, o qual é composto de quatro capítulos. No primeiro capítulo foram propostos avaliar os efeitos da incidência dos adultos de *E. kraemeri* sobre o desenvolvimento e produtividade do feijoeiro através da análise de crescimento de suas plantas. O segundo capítulo se propôs a determinar a melhor técnica amostral, a distribuição de frequência dos dados e o número de amostras a comporem um plano de amostragem convencional. No terceiro capítulo se propôs estabelecer níveis de dano econômico e planos de amostragem seqüencial de contagem para adultos de *E. kraemeri*. O quarto capítulo se propôs a descrever a variabilidade espacial dos adultos de *E. kraemeri* usando a geoestatística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D.B.; Ferreira, F.A. Cecon, P.R. 2004. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta daninha**, 22: 35-42.
- Barrigossi, J.A.F; Young, L.J.; Crawford, C.A.G.; Hein, G. L.; Higley, L.G. 2001. Spatial and probability distribution of mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, 30: 244-253.
- Benincasa, M.M.P. 1988. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: UNESP-Campus de Jaboticabal, 41p.
- Binns, M.R.; Nyrop, J.P.; Werf, W.V.D. 2000. **Sampling and monitoring in crop protection: the theoretical basis for developing practical decision guides**. Cab Internacional, University Press, Crambridge, 281p.
- Bliss, C.L.; Owens, A.R.G. 1958. Negative binomial distributions with a commom k. **Biometrika**, 45: 37-58.
- Boiça Jr., A.L.; Santos, T.M. dos; Muçouçah, M.J. 2000. Adubação e inseticidas no controle de *Empoasca kraemeri* e *Bemisia tabaci*, em cultivares de feijoeiro semeados no inverno. **Scientia Agricola**, 57: 635-641.
- Brenner, R.J., Focks, D.A., Arbogast, R.T., Weaver, D.K., Shuman, D. 1998. Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. **American Entomologist**, 44: 79-101.
- Brower, J.H.; Smith, L.; Vail, P.V.; Flinn, P.W. 1996. Biological control. In: Subramanyam, B.; Hagstrum, D.W. (eds.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: M. Dekker, p.223-286.

- Bulisani, E.A.; Almeida, L.D.A. de; Roston, A.J. 1987. A cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo. In: Fundação Cargill (ed.) **Feijão: Fatores de produção e qualidade**. Campinas, p.67-85.
- Calil, A.C.P.; Chandler, L.; Galvão, J.D.; Casali, V.W.D.; Nogueira, S.B.N. 1985. Tabela de vida das culturas para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), com ênfase nas pragas e seus danos, em três plantios no período chuvoso. **Revista Ceres**, 32: 196-226.
- CONAB. 2004. Companhia Nacional de Abastecimento. **WWW.conab.gov.br**.
- Dent, D. 1993. **Insect pest management**. Wallingford: CAB International, 604 p.
- Ecale Zhou, C.L.; Backus, E.A.. 1999. Phloem injury and repair following potato leafhopper feeding on alfalfa stems. **Canadian Journal of Botany**, 77: 537-547.
- Ellsbury, M. M.; Woodson, W.D.; Clay, S.A.; Malo, D.; Schumacher, J.; Clay, D.E.; Carlson, C.G. 1998. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm emergence. **Environmental Entomology**. 27: :910-917.
- Fowler, G.W.; Lynch, A.M. 1987. Sampling plans in insect pest management based on Wald's sequential probability ratio test. **Environmental Entomology**, 2: 345-354.
- Grahan, P.H.; Ranalli, P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Field Crops Research**, 53: 131-146.
- Gusmão, M.R.; Picanço, M.C.; Zanuncio, J.C.; Silva, D.J.H, Barrigossi, J.A.F. 2005. Conventional sampling plan for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in the tomato culture. **Scientia Horticulturae**, (no prelo).
- Hagstrum, D.W.; Flinn, P.W. 1996. Integrated pest management. In: Subramanyam, B.; Hagstrum, D.W. (eds.) **Integrated management of insects in stored products**. New York: M. Dekker, p.399-409.
- Harein, P.K.; Davis, R. 1992. Control of stored-grain insects. In: Sauer, D.B. (ed.). **Storage of cereal grains and their products**. 4.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p.491-534.
- Hassel MP. 1987. Detecting regulation in a patchly distributed animal populations. **Journal of Animal Ecology**, 56: 705-713.
- Heads, P.A.; Lawton, J.H. 1983. Studies on the natural enemy complex of the holly leaf-miner: The effects of scale on the detection of aggregative responses and its implications for biological control. **Oikos**, 40: 267-276.
- Hibbs, E.T.; Dahlman, D.L.; Rice, R.L. 1964. Potato foliage sugar concentration in relation to infestation by the potato leafhopper, *Empoasca fabae*

(Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 57: 517-521.

- Higley, L.G.; Pedigo, L.P. 1993. Economic injury level concepts and their use in sustaining environmental quality. **Agriculture Ecosystems and Environment**, 46: 233-243.
- Hower, A.A. 1989. Potato leafhopper as a plant stress factor on alfalfa. In Armbrust, E.J. e Lamp, W.O. History and perspectives of potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) research. **Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America**, 72: 35-39.
- Hutchins, S.H.; Pedigo, L.P. 1989. Potato leafhopper induced injury on growth and development of alfafa. **Crop Science**, 29: 1005-1011.
- Krebs CJ. 1989. **Ecological methodology**. New York: Harper and Hall. 654p.
- Kvet, J.; Ondok, J.P.; Necas, J.; Jarvis, P.G. 1971. Methods of growth analysis. In: Sesták, Z.; Catský, J.; Jarvis, P.G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague, p. 343-391.
- Midgarden, D.G.; Youngman, R.R.; Fleischer, S.J. 1993. Spatial analysis of counts of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow stick traps in corn: geostatistics and dispersion indices. **Environmental Entomology**, 22: 1124-1133.
- Moura, M.F. de; Picanço, M.C. ; Silva, É. M. da; Guedes, R.N.C. Pereira, J.L. 2003. Plano de amostragem do biótipo B de *Bemisia tabaci* na cultura do pepino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38: 1357-1363.
- Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Baptista, G.C. de; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramim, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S. 2002. **Entomologia Agrícola**, Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Nault, B.A.; Kennedy, G.G. 1996. Sequential sampling plans for use in timing insecticide applications for control of european corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in potato. **Journal of Economic Entomology**, 89: 1468-1476.
- Nault, L.R.; Rodrigues, J.G. 1985. The leafhoppers and planthoppers. **Entomological Society of América**, 421p.
- Nielsen, G.R.; Fuentes, C.; Quebedeux, B.; Wang, Z.; Lamp, W.O. 1999. Alfalfa physiological response to potato leafhopper injury depends on leafhopper and alfalfa developmental stage. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 90: 247-255.
- Onstad, D.W. 1987. Calculation of economic-injury levels and economics thresholds for pest management. **Journal of Economic Entomology**, 80: 297-303.

- Pedigo, L.P. 1989. **Entomology and pest management**. New York: Mackmillan. 646p.
- Peters, E.P.; Sterling, W.L. 1975. Sequential sampling cotton squares damaged by boll weevils on *Heliothis* spp. in the coastal bend of Texas. **Journal of Economic Entomology**, 68: 543-545.
- Picanço, M.C.; Marquini, F.; Galvan, T.L. 2001. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central., In: Zambolim, L (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivô central e Plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 722p.
- Pirone, C.L.; Alexander, C.L.; Lamp, W.O. 2002. Patterns of starch accumulation in alfalfa subsequent to potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) injury. **Environmental Entomology**, 34: 199-204.
- Rapassi, R.M.; Sá, M.E. de; Tarsitano, M.A.A.; Carvalho, M.A.C. de; Proença, E.R.; Neves, C.M.T. de C. ; Colombo, E.C.M. 2003. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, 62: 397-404.
- Raven, J. A. 1983. Phytophages of xylem and phloema comparison of animal and plant feeders. **Advances in Ecological Research**, 13: 135-234.
- Sauer, D.B.; Meronuck, R.A.; Christensen, C.M. 1992. Microflora. In: Sauer, D.B. (ed.). **Storage of cereal grains and their products**. 4.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p. 313-340.
- Schotzko, D.J.; O'Keeffe, L.E. 1989. Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. **Journal of Economic Entomology**, 82: 1277-1288.
- Singh, G.R.; Emdem, H.F. 1979. Insect pests of grain legumes. **Annual Review of Entomology**, 24: 255-278.
- Sokal, R.R., Oden, N.L. 1978. Spatial autocorrelation in biology. Methodology. **Biological Journal of the Linnean Society**, 10: 199-228.
- Stern, V.M.; Smith, R.F.; van den Bosh, R.; Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. **Hilgardia**, 29: 81-101.
- Urchei, M.A.; Rodrigues, J.D.; Stone, L.F. 2000. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional., **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35: 497-506.
- Vieira, C. 1988. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 231p.
- Wald, A. 1945. Sequential test of statistical hypotheses. **Annual of Mathematics Statistical**, 16: 117-186.

- Womack, C. L. 1984. Reduction in photosynthetic and transpiration rates of alfalfa caused by the potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) infestations. **Journal of Economic Entomology**, 77: 508-513.
- Wright, R.J.; Devries, T.A.; Young, L.J.; Jarvi, K.J.; Seymour, R.C. 2002. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of european corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage Corn. **Environmental Entomology**, 31: 160-167
- Young, L.; Young, J. 1998. **Statistical ecology: a population perspective**. Kulwer, 438p.
- Young, L.J., 1994. Computation of some exact properties of Wald's SPRT when sampling from a class of discrete distributions. **Biometry Journal**, 5: 627-637.

CAPÍTULO I: ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE *Phaseolus vulgaris* SUBMETIDO Á INFESTAÇÃO DE *Empoasca kraemeri*.

RESUMO - Avaliou-se os efeitos da incidência de adultos de *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) sobre a fisiologia e morfologia da planta do feijoeiro *Phaseolus vulgaris*. Para tanto foram liberados diferentes níveis de infestação junto a plantas engaioladas, em casa de vegetação, avaliando durante todo o ciclo de cultivo a matéria seca total, a área foliar, o número de folhas, a área de cada folha, a taxa de crescimento relativo, a razão de área foliar e a razão de massa foliar das plantas durante todo o seu ciclo de produção. Foi determinado que a incidência dos adultos de *E. kraemeri* se alimentando e injetando toxinas nas folhas do feijoeiro é um importante fator de perda. Sua incidência reduziu a taxa de produção de matéria seca, reduziu a área foliar das plantas, aumentou o número e diminuiu o tamanho das folhas, reduziu a produção de biomassa e elevou o peso da matéria seca das folhas em relação ao peso da matéria seca total, resultando em menor produtividade (g/planta), menor número de grãos por planta e grãos mais leves.

PALAVRAS CHAVE: Feijão, produtividade, taxa de crescimento relativo, matéria seca, razão de área foliar.

1.1. INTRODUÇÃO

O feijão vem mantendo, há muitos anos, um importante lugar na agricultura brasileira, tendo em vista, principalmente, seu grande uso na alimentação, com consumo anual de 2.950 mil toneladas ou 18 kg por habitante/ano. Entretanto o nível de produtividade é baixo, e vários fatores como o tipo de cultivares, baixa tecnologia de cultivo, uso reduzido de insumos e a ocorrência de pragas e doenças têm sido citados como limitantes ao seu adequado desempenho (Rapassi et al., 2003).

Diversas espécies de insetos atacam o feijoeiro comum *Phaseollus vulgaris* L., os quais são considerados o fator responsável pela redução da sua produtividade na região dos trópicos (Singh & Emden 1979; Calil et al., 1985; Vieira 1988; Picanço et al., 2001). Dentre esses insetos praga *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae) é considerada praga chave do feijoeiro (Nault & Rodrigues, 1985; Picanço et al., 2001), tanto pela sua vasta distribuição como pelos prejuízos que pode causar a cultura. Seus adultos e ninfas introduzem o estilete e injetam toxinas no tecido vascular das plantas ao se alimentarem (Backus & Hunter 1989, Kabrick & Backus 1990; Pirone et al., 2002), ocasionando hipertrofia das células cambiais com colapso das células do floema (Ecale & Backus 1995a,b; Pirone, et al., 2002), comprometendo, assim, o transporte de fotoassimilados pelo floema (Johnson 1934; Hibbs et al., 1964; Nielsen et al., 1990, 1999), alterando todo o metabolismo da planta.

Para avaliar os efeitos do ataque de *E. kraemeri*, sobre as plantas do feijoeiro, a análise de crescimento se apresenta como uma poderosa ferramenta, pois descreve as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento (Urchei et al., 2000). Sua adoção permite estabelecer uma ligação entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise desta por meio de métodos fisiológicos, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados (Kvet et al., 1971; Benincasa, 1988; Urchei et al., 2000; Aguilera et al., 2004).

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da incidência dos adultos de *E. kraemeri* sobre o desenvolvimento e produtividade do feijão comum por meio da análise de crescimento de suas plantas.

1.2. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, em casa de vegetação, no período de agosto a outubro de 2004.

Foi feita adubação de acordo com o resultado da análise do solo, o qual foi misturado com esterco bovino curtido, na proporção de 2:1, para obtenção do substrato. Após o preparo, o substrato foi colocado em vaso plástico com 2,5 Kg de capacidade. Em seguida foram semeadas cinco sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Ouro Negro) em cada vaso. Cinco dias após a emergência foram selecionadas as duas plantas mais uniformes, que constituíram o material de análise correspondente, conforme metodologia adotada por Barrigossi et al., (1988).

Os vasos foram irrigados diariamente para que a umidade fosse mantida próximo da capacidade de campo. Foi feita pulverização com fungicida, para o controle de oídio, aos 25 dias após a emergência das plantas, e uma adubação nitrogenada no 35º dia após a emergência, na dosagem de 25 mg de N/vaso na forma de sulfato de amônio.

Os vasos foram inseridos no interior de gaiolas cobertas por organza, nas dimensões de 1,0 x 3,0 x 0,8 m. Foi colocada uma gaiola por repartição da casa de vegetação, num total de cinco gaiolas. Cada gaiola, contendo 47 vasos, recebeu um tratamento. Os tratamentos foram, 0,0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 adultos de *E. kraemeri* oriundos de cultivos comerciais de feijão cultivados em Coimbra,

MG, que foram liberados junto às plantas sete dias após sua emergência. Semanalmente essas gaiolas foram abertas para retirada dos insetos e posteriormente fechadas e reinfestadas.

Semanalmente, a partir da introdução dos insetos, sempre no mesmo dia, dois vasos, quatro plantas, foram colhidos ao acaso, por tratamento, num total de 11 colheitas. Em cada colheita, as plantas foram retiradas do vaso e separadas em partes (raiz, caule, folha, flores, vagens e sementes). As raízes foram lavadas até a eliminação total do solo aderido. Em seguida todas as partes foram levadas a uma estufa de ventilação forçada, à temperatura de 75 °C, onde permaneceram até que apresentassem peso constante, sendo, em seguida pesadas utilizando uma balança eletrônica com precisão de 0,001g (Barrigossi et al., 1988; Santos, et al., 2003).

Antes de secar, as folhas foram separadas, contadas, montadas em uma superfície branca e fotografadas com uma máquina digital de 2.1 mega pixels. Essas fotografias eram então abertas e analisadas no programa QuantPoro v.1.1.0.0.19 onde foi calculada a área foliar.

Os valores primários de matéria seca da parte aérea (folhas + caule), em g/planta, e área foliar, em dm²/planta, mensurados nas amostragens, foram ajustados pelo método dos quadrados mínimos em relação ao tempo, segundo a planilha de cálculo de Hunt et al., (2002).

Conhecendo-se o número de folhas por planta, a área foliar da planta, a área de cada folha, a matéria seca total, o número de grão por planta, o peso dos grãos e a produtividade das plantas, foram ajustadas curvas em função do tempo e dos tratamentos, e calculado os índices fisiológicos, descritos a seguir (Radford, 1967; Causton & Venus, 1981; Hunt, 1982; Magalhães, 1985; Pereira & Machado, 1987; Romano, 2001).

Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) expressa o incremento na matéria seca, por unidade de massa inicial, em um intervalo de tempo (Urchei et al., 2000). Para valores médios, usou-se:

$$\text{TCR} = (\text{Ln } W_2 - \text{Ln } W_1) / (t_2 - t_1)$$

Em que: W = massa seca total; $t_2 - t_1$ = intervalo de tempo entre duas amostragens sucessivas e \ln = logaritmo neperiano.

Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) representa a relação entre a área foliar e a massa seca total da planta (Urchei et al., 2000).

$$\text{RAF} = (\text{AF} / W)$$

Em que: AF = área foliar total e W = massa seca total

Razão de massa foliar (RMF)

A razão de massa foliar (RMF) ($\text{g}^{-1} \text{g}^{-1}$) é o componente fisiológico que relaciona a massa seca das folhas à massa seca total (Barrigossi et al., 1988; Aguilera et al., 2004).

$$\text{RMF} = W_f/W$$

Em que: W_f = massa foliar total e W = massa seca total

1.3. RESULTADOS

A taxa de produção de matéria seca segue um formato sigmóide (Figura 1). Até os 21 dias após a emergência o acúmulo de matéria seca total do feijoeiro não é alterado pela incidência de *E. kraemeri*. Depois do 21º dia, a presença de *E. kraemeri* levou as plantas a acumularem uma menor quantidade de matéria seca (Figura 1 e Tabela 1).

A área foliar do feijoeiro apresentou um formato de pico, atingindo valores máximos aos 27 dias após a emergência (Figura 2 e Tabela 1). Até essa data ocorreu elevado crescimento vegetativo, gerando uma grande superfície foliar, que é necessária à realização da fotossíntese (Carvalho et al., 2003). A partir dos 27 dias após a emergência ocorreu redução da área foliar, mostrando que a planta iniciou o processo de senescência foliar (Nóbrega et al., 2001).

Inicialmente todas as curvas ajustadas da área foliar das plantas apresentaram um comportamento similar (Figura 2). As diferenças entre tratamentos só torna-se evidente a partir do 17 dias após a emergência, onde a maior área foliar ocorreu na ausência de adultos de *E. kraemeri* e as menores áreas ocorreram nos tratamentos com 2,0 e 4,0 cigarrinhas por planta. Assim, a incidência de adultos de *E. kraemeri* reduziu a área foliar do feijoeiro, o que pode comprometer sua capacidade fotossintética.

As curvas do número de folhas por planta em função do tempo foram ascendentes até atingir um valor máximo aos 46 dias após a emergência; a partir

daí o número de folhas por planta declina gradativamente até a colheita (Figura 3 e Tabela 1). Até os 30 dias após a emergência não ocorrerem diferenças entre os tratamentos. Dos 30 aos 60 dias após a emergência, o maior número de folhas ocorreu na densidade de 4,0 cigarrinhas por planta e o menor número ocorreu na ausência de cigarrinhas. A partir de 60 dias após a emergência o número de folhas nos tratamentos de 4,0, 2,0, 1,0 e 0,5 cigarrinhas por planta tenderam a se aproximar, enquanto que na ausência de cigarrinhas o número de folhas do feijoeiro se manteve inferior aos demais tratamentos.

Com relação à taxa de crescimento relativo do feijoeiro (TCR), verificou-se que ocorreu declínio na taxa de produção de matéria seca, em todos os tratamentos. Essas curvas apresentaram inclinações semelhantes, paralelas, sendo que a maior eficiência de conversão de matéria seca ocorreu na ausência de cigarrinhas e a menor no tratamento com 4,0 cigarrinhas por planta (Figura 5 e Tabela 1).

As curvas de razão de área foliar (RAF) ao longo do tempo apresentaram o mesmo comportamento em todos os tratamentos (Figura 6 e Tabela 1). Os valores de RAF decresceram com o desenvolvimento da cultura, ou seja, a conversão do material fotossintetizado em folhas diminuiu com o passar do tempo.

Observa-se na Figura 7 que até 20 dias após a emergência a razão de massa foliar (RMF) apresentou valores crescentes, não sendo perceptível a existência de diferenças entre os tratamentos. A partir dos 20 DAE os valores de RMF passaram a declinar. Na ausência de cigarrinhas foram encontrados os menores valores de RMF e o tratamento com 4,0 cigarrinha por planta apresentou os maiores valores.

Ocorreu redução da produtividade (g/planta) (Figura 8A), do número de grãos por planta (Figura 8B) e do peso médio desses grãos (Figura 8C) com o aumento no número de adultos de *E. kraemeri* em plantas de feijão.

O número de grãos por planta (Figura 8A) e a produtividade do feijoeiro (g/planta) (Figura 8B) que são reduzidas pela incidência de *E. kraemeri* seguem um modelo exponencial, onde, nas densidades de 0,0 a 2,0 cigarrinhas/planta o número de grãos e a produtividade tendem a cair de forma acentuada, enquanto

que 2,0 a 4,0 cigarrinhas/planta as reduções são mais suaves, tendendo a se estabilizar. Já o peso médio do grão, $R^2 = 0,97$ (Figura 8C) nas densidades de 0,0 a 0,5 cigarrinhas/planta praticamente não foi alterado; de 0,5 a 2,0 cigarrinhas/planta a redução foi mais acentuada; e de 2,0 a 4,0 a redução do peso médio do grão voltou a ser mais suave, tendendo a se estabilizar.

1.4. DISCUSSÃO

A taxa de produção de matéria seca com formato sigmóide mostra que o crescimento inicial da matéria seca é lento. Nessa fase ocorre a ativação dos processos fisiológicos do crescimento, que exigem atividades metabólicas aceleradas (Magalhães, 1979; Nóbrega, et al., 2001). Na fase seguinte, a de floração, o crescimento da matéria seca é mais rápido; nessa fase são formados o caule principal, os ramos e as folhas trifoliadas, bem como as tríades de gemas na axila de cada folha. Na terceira fase a planta inicia o processo de senescência, que se reflete, inicialmente, na paralisação da produção de matéria seca, prevalecendo os fenômenos de translocação para o grão, em substituição ao de crescimento (Lopes et al., 1982; Nóbrega, et al., 2001).

Na fase de floração, a partir dos 21 dias após a emergência, a incidência de adultos de *E. kaemeri* alterou o acúmulo de matéria seca no feijoeiro, a ausência de *E. kraemeri* levou as plantas a acumularem uma maior quantidade de matéria seca (Figura 1). Como nesta fase ocorre a formação dos ramos, folhas trifoliadas e gemas florais, a incidência de adultos de *E. kraemeri* possivelmente afeta a capacidade reprodutiva do feijoeiro. Na senescência, fase em que a planta paralisa o seu crescimento para investir na produção de grãos, as plantas de feijão submetidas à infestação com cigarrinha produziram uma menor quantidade de matéria seca que as não infestadas. No final do ensaio a ausência de cigarrinhas proporcionou um acúmulo de matéria seca 32% maior que nas plantas

submetidas ao ataque de 4,0 cigarrinhas (Figura 1), o que pode comprometer a produção, uma vez que segundo Stone & Pereira (1994) e Urchei et al, (2000) a matéria seca tem uma nítida relação com a produção de grãos.

A incidência de adultos de *E. kraemeri* causou redução da área foliar total do feijoeiro (Figura 2), reduzindo o tamanho das folhas (Figura 4). Tentando compensar essa redução, o feijoeiro tem o comportamento de emitir um maior número de folhas (Figura 3). Por outro lado, esse maior número de folhas pode levar ao auto-sombreamento, o que diminui a eficiência fotossintética das folhas, e com isso, reduz a matéria seca total acumulada (Urchei et al., 2000).

Com relação à taxa de crescimento relativo do feijoeiro (TCR) (Figura 5), verificou - se que ocorre declínio na taxa de produção de matéria seca, em todos os tratamentos. Esse declínio contínuo da TCR pode ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento que se eleva com o aumento da idade da planta, e pela morte das folhas e gemas no final do ciclo produtivo (Milthorpe & Moorby, 1974; Romano, 2001). A alimentação das cigarrinhas nas folhas do feijoeiro reduz a geração de biomassa por unidade de biomassa já existente, por unidade de tempo (Romano, 2001).

A conversão do material fotossintetizado em folhas diminui com o passar do tempo, o que pode ser observado pela razão de área foliar (Figura 6). Isto deve-se possivelmente pelo fato da planta nesta fase investir na produção de tecidos e estruturas não assimilatórias nesta fase, como flores, vagens e sementes e ao secamento e queda de folhas com a idade da planta (Scott & Batchelor, 1979; Barrigossi et al., 1988; Costa et al., 1989; Urchei et al., 2000; Nóbrega, et al., 2001; Romano, 2001).

Como os tratamentos não geraram diferenças na RAF, entre tratamentos, a superfície assimilatória gerada por unidade de matéria seca total não é alterada pela cigarrinha. Já as maiores TCR foram encontradas na ausência de cigarrinhas, demonstrando que a incidência de adultos de *E. kraemeri* no feijoeiro afeta a produção de tecidos e estruturas não assimilatórias como flores, vagens e sementes (Romano, 2001).

Quanto maior a densidade populacional de adultos de *E. kraemeri* maior será a participação da matéria seca das folhas na matéria seca total da planta

(Figura 7), o que pode ser explicado pelo menor acúmulo de matéria seca nas plantas sob ataque (Figura 1) (Barrigossi et al., 1988).

A redução da produtividade (g/planta) (Figura 8B), do número de grãos por planta (Figura 8A) e do peso médio desses grãos (Figura 8C) se deve à alimentação dos adultos de *E. kraemeri* afetarem negativamente o transporte de fotoassimilados pelo floema (Backus & Hunter, 1989; Kabrick & Backus, 1990; Ecale & Backus, 1995 a,b; Nielsen et al., 1990, 1999; Pirone et al., 2002), reduzindo as taxas de fotossíntese (Womack, 1984; Flinn et al., 1990), a produção de matéria seca (Figura 1), a área foliar do feijoeiro (Figura 2), a geração de biomassa (Figura 5), aumentar o número e diminuir o tamanho das folhas (Figuras 3 e 4).

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D.B.; Ferreira, F.A.; Cecon, P.R. 2004. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta daninha**, 22: 35-42.
- Backus, E. A.; Hunter, W. B. 1989. Comparison of feeding behavior of the potato leafhopper *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae) on alfalfa and broad bean leaves. **Environmental Entomology**, 18: 473-480.
- Barrigossi, J.A.F.; Lopes, N.F.; Chandler, L. 1988. Resposta fisiológica do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao forate e suas conseqüências entomológicas. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca. **Revista Ceres**, 35: 341-354.
- Benincasa, M.M.P. 1988. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: UNESP-Campus de Jaboticabal, 41p.
- Calil, A.C.P.; Chandler, L.; Galvão, J.D.; Casali, V.W.D.; Nogueira, S.B.N. 1985. Tabela de vida das culturas para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), com ênfase nas pragas e seus danos, em três plantios no período chuvoso. **Revista Ceres**, 32: 196-226.
- Carvalho, S.R.L. de; Rezende, J. de O.; Fernandes, J.C.; Pereira, A.P. 2003. Cinética do crescimento de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano. **Magistra**, 15: 15-23.
- Causton, D.R. ; Venus, J. C. 1981. **The biometry of plant growth**. London, 307p.
- Costa, R.C.L.; Lopes, N.F.; Oliva, M.A.; Barros, R.S. 1989. Crescimento e conversão de energia solar em feijão submetido a três doses de nitrogênio

e dois regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 24: 1439-1450.

- Dantas, R.T.; Escobedo, J.F. 1998. Índices morfo-fisiológicos e rendimento da alface (*lactuca sativa L.*) em ambientes natural e protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2: 27-31.
- Ecale, C. L.; Backus, E.A. 1995a. Time course of anatomical changes to stem vascular tissue of alfafa, *Medicago sativa*, from probing injury by the potato leafhopper, *Empoasca fabae*. **Canadian Journal of Botany**, 73: 288-298.
- Ecale, C. L.; Backus, E.A. 1995b. Mechanical and salivary aspects of potato leafhopper probing in alfalfa stems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 77: 121-132.
- Flinn, P. W.; Hower, A.A.; Knievel, D.P. 1990. Physiological response of alfalfa to injury by *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae). **Environmental Entomology**, 19: 176-181.
- Hibbs, E.T.; Dahlman, D.L.; Rice, R.L. 1964. Potato foliage sugar concentration in relation to infestation by the potato leafhopper, *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 57: 517-521.
- Hunt, R. 1982. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London : Edward Arnold, 248 p.
- Hunt, R.; Causton, D.R.; Shipley, B.; Askew, A.P. 2002. A Modern Tool for Classical Plant Growth Analysis. **Annals of Botany**, 90: 485-488.
- Johnson, H. W. 1934. Nature of injury to forage legumes by the potato leaf hopper. **Journal of Agricultural Research**, 49: 379-406.
- Kabrick, L. R.; Backus, E.A. 1990. Salivary deposits and plant damage associated with specific probing behaviors of the potato leafhopper, *Empoasca fabae*, on alfalfa stems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 56: 287-304.
- Kvet, J.; Ondok, J.P.; Necas, J.; Jarvis, P.G. 1971. Methods of growth analysis. In: Sesták, Z.; Catský, J.; Jarvis, P.G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague, p. 343-391.
- Lopes, N.F.; Oliva, M.A.; Freitas, J.G. de; Melges, E.; Beltrão, N.E. de M. 1982. Análise de crescimento e conversão de energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) submetido a três níveis de densidade de fluxo radiante. **Revista Ceres**, 29: 586-606.
- Magalhães, A.C.N. 1979. Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M.G. **Fisiologia vegetal**, Ed. USP, p.331-350.

- Magalhães, A.C.N. 1985. Análise quantitativa do crescimento de vegetais. In: Ferri, M. G. **Fisiologia vegetal.**, EPU, p.333-350.
- Milthorpe, F.L.; Moorby, J. 1974. **An introduction to crop physiology.** Cambridge, Grã-Bretanha : Cambridge University, 201p.
- Nault, L.R.; Rodrigues, J.G. 1985. **The leafhoppers and planthoppers.** Entomological Society of América, 421p.
- Nielsen, G.R.; Lamp, W.O.; Stutte, G.W. 1990. Potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) feeding disruption of phloem translocation in alfalfa. **Journal of Economic Entomology**, 83: 807-813.
- Nielsen, G.R.; Fuentes, C.; Quebedeux, B.; Wang, Z.; Lamp, W.O. 1999. Alfalfa physiological response to potato leafhopper injury depends on leafhopper and alfalfa developmental stage. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 90: 247-255.
- Nóbrega, J.Q.; Rao, T.V.R.; Beltrão, N.E. de M.; Filho, J.F. 2001. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 5: 437-443.
- Pereira, A.R. ; Machado, E. C. 1987. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais.** Campinas: Instituto Agrônômico, 33p.
- Picanço, M.C.; Marquini, F.; Galvan, T.L. 2001. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central., In: Zambolim, L (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivôcentral e Plantio direto.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 722p.
- Pirone, C.L.; Alexander, C.L.; Lamp, W.O. 2002. Patterns of starch accumulation in alfalfa subsequent to potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) injury. **Environmental Entomology**, 1: 199-204.
- Radford, P.J. 1967. Growth analysis formulae: Their use and abuse. **Crop Science**, 7: 171-175.
- Rapassi, R.M.; Sá, M.E. de; Tarsitano, M.A.A.; Carvalho, M.A.C. de; Proença, É.R.; Neves, C.M.T. de C.; Colombo, E.C.M. 2003. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, 62: 397-404.
- Romano, M.R. 2001. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*nicotiana tabacum* L.) que expressam o gene *lhcb1*2* de ervilha.** Dissertação de mestrado apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- Santos, J.B.; Procópio, S.O.; Silva, A.A. da; Costa, L.C. 2003. Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia**, 62: 156-164.
- Scott, H.D.; Batchelor, J.T. 1979. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, 71: 776-782.
- Singh, G.R.; Emdem, H.F. 1979. Insect pests of grain legumes. **Annual Review of Entomology**, 24: 255-278.
- Stone, L.F.; Pereira, A.L. 1994. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 29: 939-954.
- Urchei, M.A.; Rodrigues, J.D.; Stone, L.F. 2000. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional., **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35: 497-506.
- Vieira, C. 1988. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 231p.
- Womack, C. L. 1984. Reduction in photosynthetic and transpiration rates of alfalfa caused by the potato leafhopper (Homoptera:Cicadellidae) infestations. **Journal of Economic Entomology**, 77: 508-513.

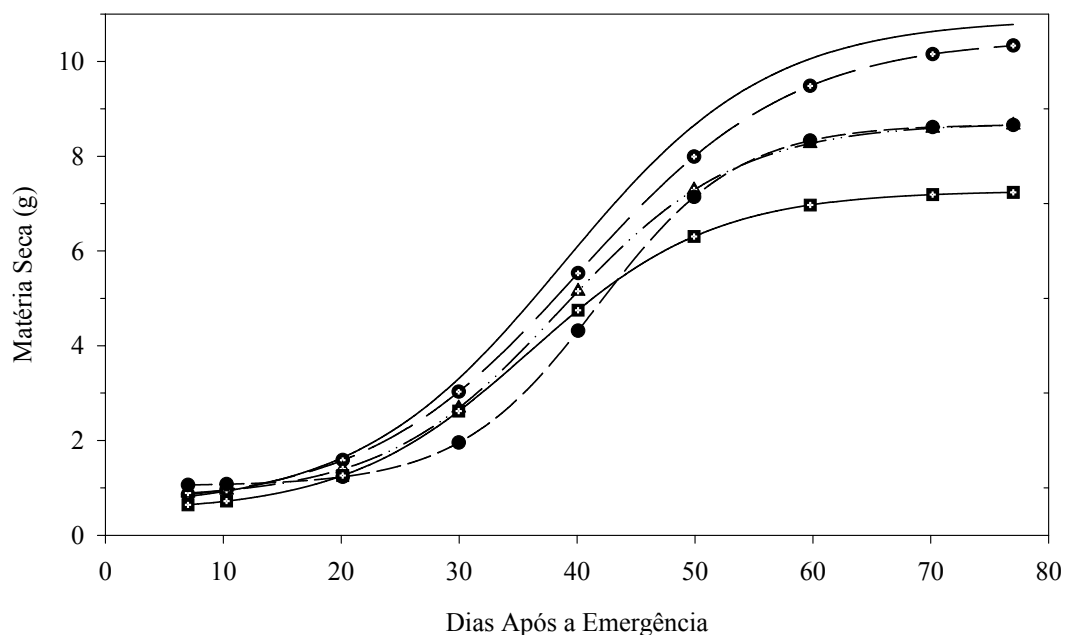


Figura 1. Matéria seca total do feijoeiro em relação aos dias após a emergência, submetidas às densidades de 0,0 (—); 0,5 (⊖); 1,0 (−Δ); 2,0 (●) e 4,0 (□) adultos de *Empoasca kraemeri* por planta.

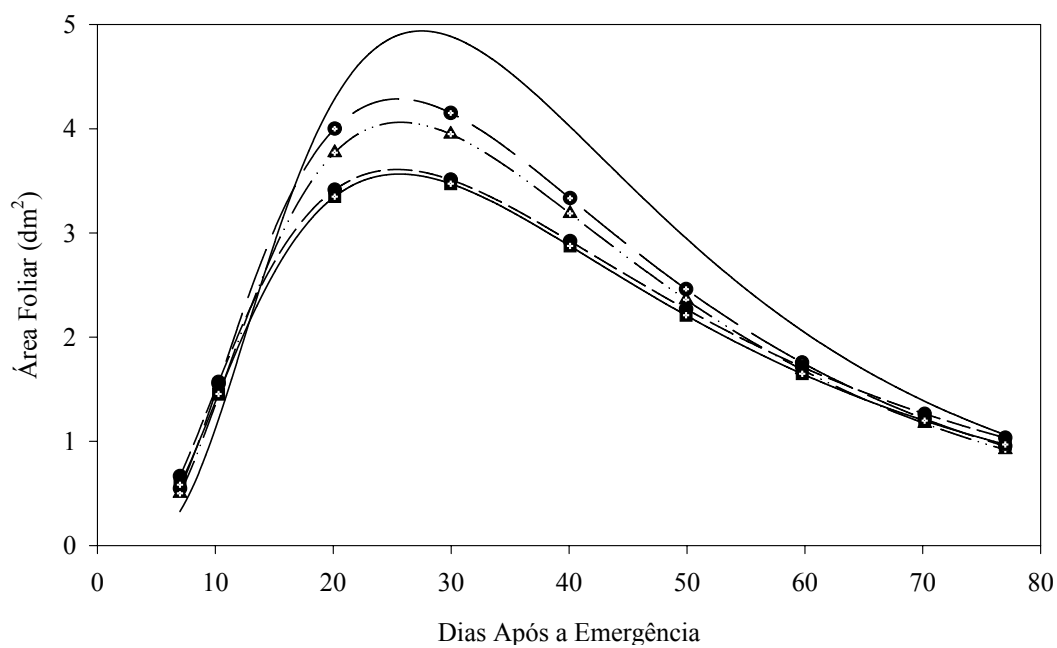


Figura 2. Área foliar do feijoeiro em relação aos dias após a emergência, submetidas às densidades de 0,0 (—); 0,5 (⊖); 1,0 (−Δ); 2,0 (●) e 4,0 (□) adultos de *Empoasca kraemeri* por planta.

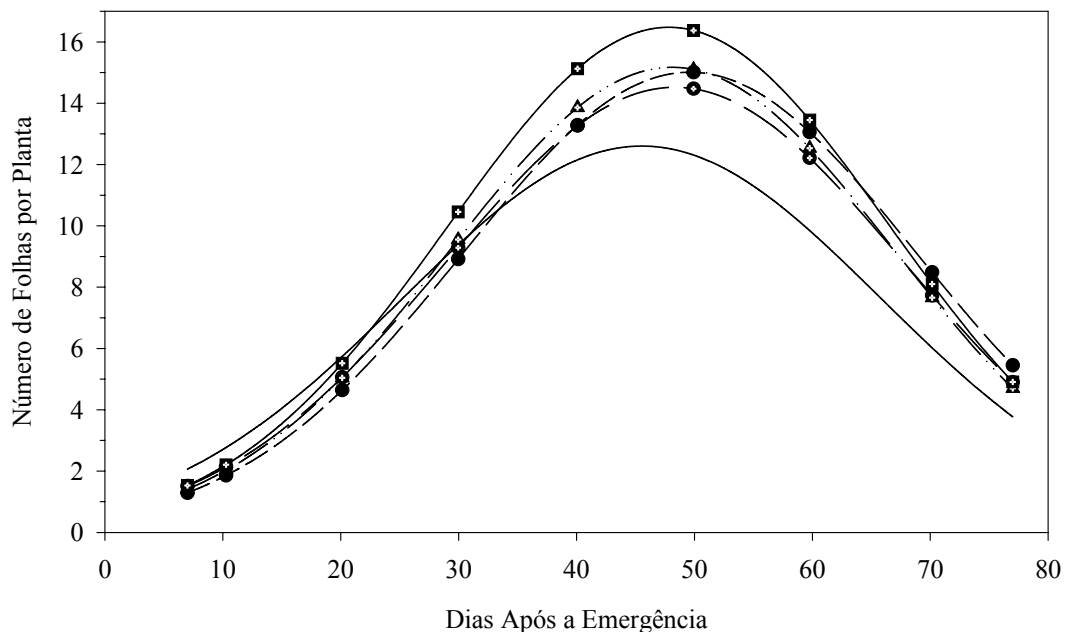


Figura 3. Número de folhas do feijoeiro em relação aos dias após a emergência, submetidas às densidades de 0,0 (—); 0,5 (—○—); 1,0 (—△—); 2,0 (—●—) e 4,0 (—□—) adultos de *Empoasca kraemeri* por planta.

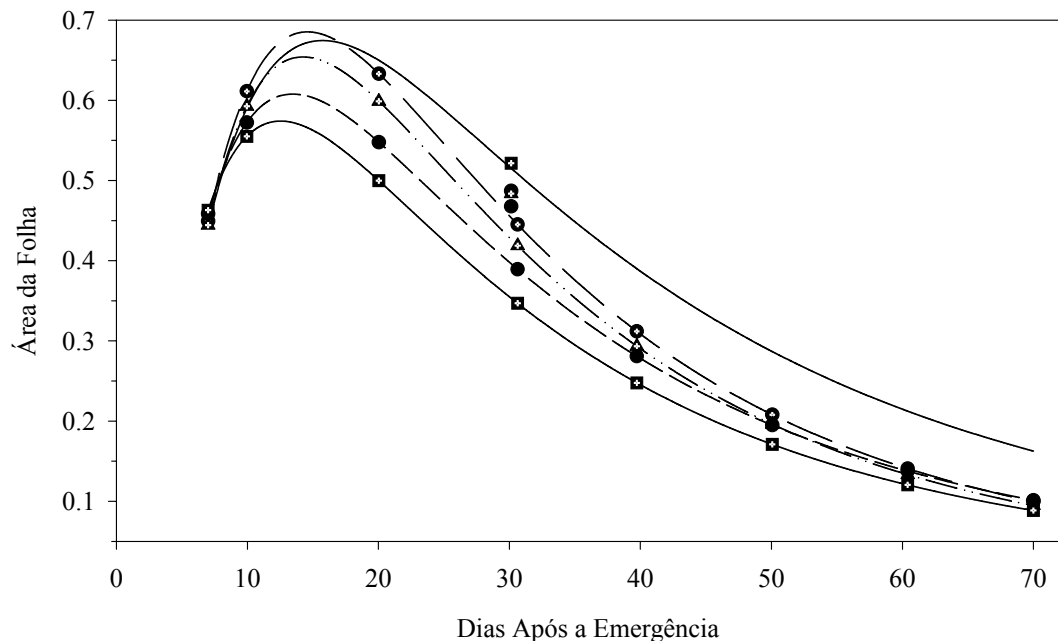


Figura 4. Área média de cada folha do feijoeiro em relação aos dias após a emergência, submetidas às densidades de 0,0 (—); 0,5 (—○—); 1,0 (—△—); 2,0 (—●—) e 4,0 (—□—) adultos de *Empoasca kraemeri* por planta.

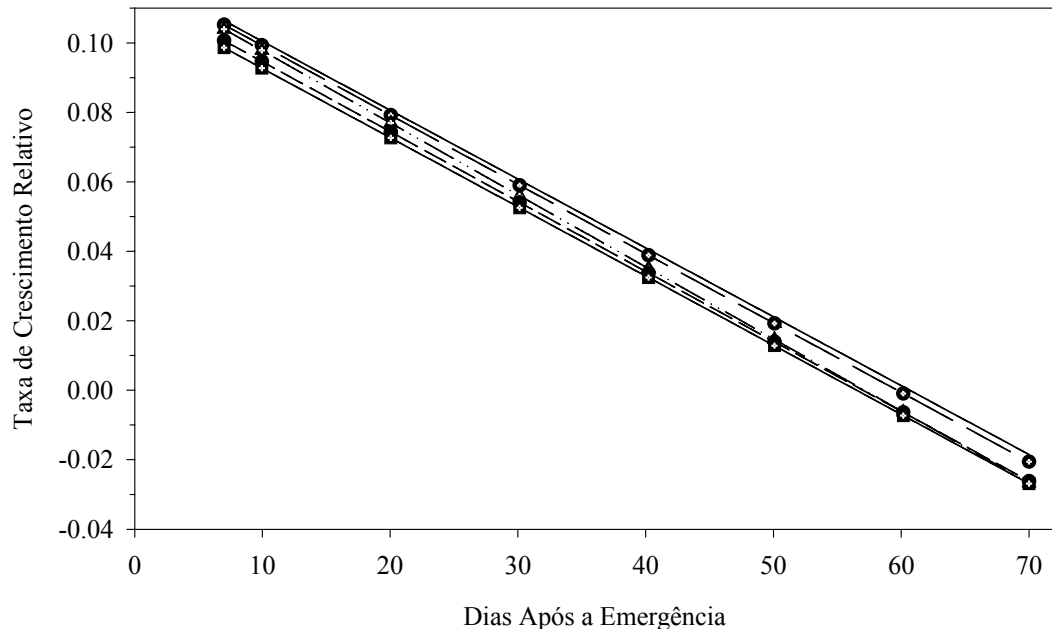


Figura 5. Taxa de crescimento relativo (TCR) do feijoeiro em relação aos dias após a emergência, submetidas às densidades de 0,0 (—); 0,5 (⊖); 1,0 (⊖); 2,0 (●) e 4,0 (□) adultos de *Empoasca kraemeri* por planta.

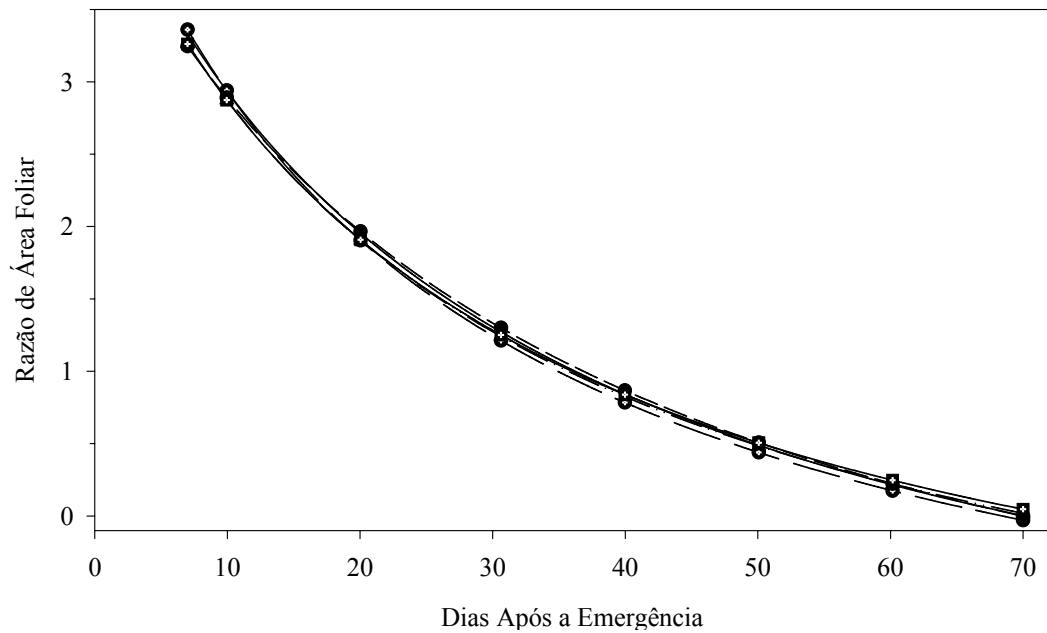


Figura 6. Razão de área foliar (RAF) do feijoeiro em relação aos dias após a emergência, submetidas às densidades de 0,0 (—); 0,5 (⊖); 1,0 (⊖); 2,0 (●) e 4,0 (□) adultos de *Empoasca kraemeri* por planta.

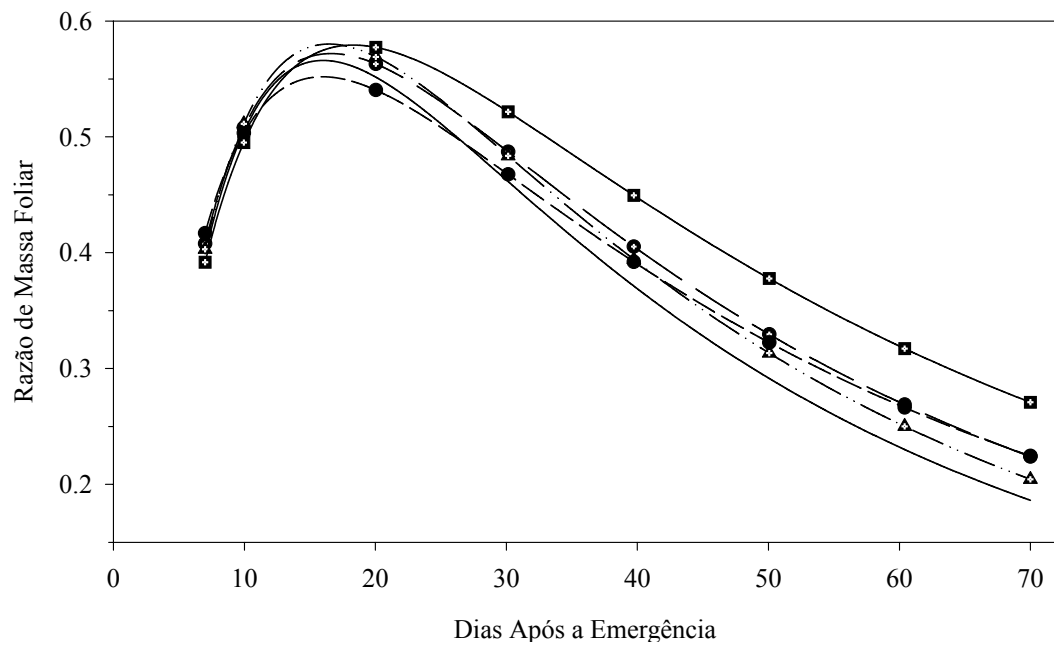


Figura 7. Razão de massa foliar (RMF) do feijoeiro em relação aos dias após a emergência, submetidas às densidades de 0,0 (—); 0,5 (—○—); 1,0 (—△—); 2,0 (—●—) e 4,0 (—□—) adultos de *Empoasca kraemeri* por planta.

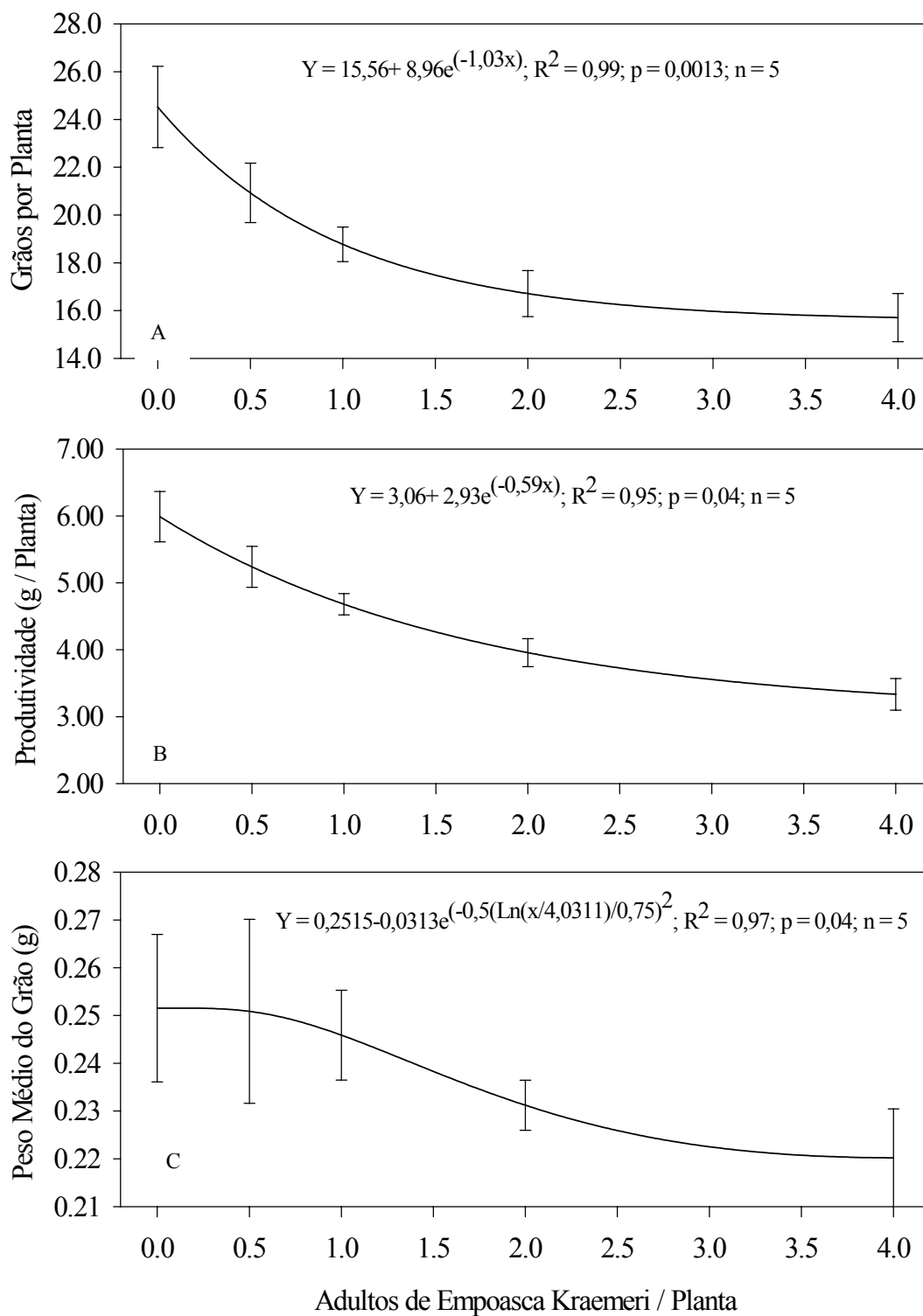


Figura 8. Produtividade (g/planta) (A), número de grão por planta (B) e peso dos grãos (C) em relação aos dias após a emergência do feijoeiro, submetidos às densidades de 0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 adultos de *Empoasca kraemeri*.

Tabela 1. Análise de regressão da matéria seca total, área foliar do feijoeiro, número de folhas por planta, área média de cada folha, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar e razão de massa foliar ajustadas em função do tempo e dos níveis de infestação de adultos de *Empoasca kraemeri*, Viçosa, MG, 2005

Cigarrinha	Equações	R ²	p	n
Matéria Seca Total				
0.0	$Y = 0,56 + 10,35(1 + e^{-(x-38,82)/8,69})$	0,94	0,0002	11
0.5	$Y = 0,61 + 9,89(1 + e^{-(x-40,18)/9,04})$	0,94	0,0001	11
1.0	$Y = 0,78 + 7,92(1 + e^{-(x-38,54)/7,46})$	0,92	0,0003	11
2.0	$Y = 1,04 + 7,63(1 + e^{-(x-41,78)/5,91})$	0,94	0,0011	11
4.0	$Y = 0,48 + 6,79(1 + e^{-(x-36,00)/7,76})$	0,87	0,0016	11
Área Foliar do Feijoeiro				
0.0	$Y = 4,94(e^{-0,5\ln(x/27,50)/0,59})$	0,90	0,0001	11
0.5	$Y = 4,28(e^{-0,5\ln(x/25,51)/0,64})$	0,88	0,0003	11
1.0	$Y = 4,06(e^{-0,5\ln(x/25,64)/0,64})$	0,87	0,0003	11
2.0	$Y = 3,61(e^{-0,5\ln(x/25,41)/0,70})$	0,82	0,0010	11
4.0	$Y = 4,94(e^{-0,5\ln(x/25,62)/0,68})$	0,81	0,0012	11
Número de Folhas por Planta				
0.0	$Y = 12,60(e^{-0,5(x-45,54)/20,26})^2$	0,79	0,0020	11
0.5	$Y = 14,52(e^{-0,5(x-48,35)/19,44})^2$	0,83	0,0007	11
1.0	$Y = 15,17(e^{-0,5(x-48,11)/18,86})^2$	0,78	0,0021	11
2.0	$Y = 15,01(e^{-0,5(x-49,61)/19,24})^2$	0,81	0,0013	11
4.0	$Y = 16,48(e^{-0,5(x-47,84)/18,73})^2$	0,76	0,0034	11
Área Média de Cada Folha				
0.0	$Y = 0,67(e^{-0,5\ln(x/15,74)/0,88})^2$	0,89	0,0004	11
0.5	$Y = 0,68(e^{-0,5\ln(x/14,58)/0,80})^2$	0,95	0,0001	11
1.0	$Y = 0,65(e^{-0,5\ln(x/14,26)/0,81})^2$	0,92	0,0001	11
2.0	$Y = 0,61(e^{-0,5\ln(x/16,46)/0,87})^2$	0,79	0,0001	11
4.0	$Y = 0,57(e^{-0,5\ln(x/12,54)/0,89})^2$	0,95	0,0001	11
Taxa de Crescimento Relativo				
0.0	$Y = 0,1202 - 0,002x$	0,76	0,0010	10
0.5	$Y = 0,1192 - 0,002x$	0,84	0,0002	10
1.0	$Y = 0,1185 - 0,002x$	0,79	0,0005	10
2.0	$Y = 0,1147 - 0,002x$	0,75	0,0011	10
4.0	$Y = 0,1125 - 0,002x$	0,55	0,0135	10
Razão de Área Foliar				
0.0	$Y = (-70,09 + x)/(-15,38 - 0,51x)$	0,99	< 0,0001	10
0.5	$Y = (-68,45 + x)/(-14,45 - 0,55x)$	0,99	< 0,0001	10
1.0	$Y = (-70,99 + x)/(-15,79 - 0,55x)$	0,99	< 0,0001	10
2.0	$Y = (-69,91 + x)/(-16,18 - 0,46x)$	0,98	< 0,0001	10
4.0	$Y = (-72,62 + x)/(-16,14 - 0,57x)$	0,99	< 0,0001	10
Razão de Massa Foliar				
0.0	$Y = 0,58(e^{-0,5\ln(x/16,11)/0,92})^2$	0,81	0,0012	10
0.5	$Y = 0,59(e^{-0,5\ln(x/16,72)/0,95})^2$	0,84	0,0007	10
1.0	$Y = 0,60(e^{-0,5\ln(x/15,57)/0,92})^2$	0,83	0,0007	10
2.0	$Y = 0,57(e^{-0,5\ln(x/16,16)/0,98})^2$	0,79	0,0020	10
4.0	$Y = 0,60(e^{-0,5\ln(x/18,25)/0,96})^2$	0,70	0,0076	10

CAPÍTULO II: PLANO DE AMOSTRAGEM CONVENCIONAL DE *Empoasca kraemeri* NA CULTURA DO FEIJOEIRO.

RESUMO - Este trabalho objetivou determinar um plano de amostragem convencional para *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura do feijão. Para tanto, foram realizadas avaliações em 51 cultivos comerciais, em três fases: determinação da folha mais representativa para a contagem direta de adultos e ninfas; comparação da contagem direta com a batida de plantas em bandeja plástica, coleta de plantas com sacola plástica e pano de batida; e determinação da distribuição teórica de frequência dos dados e número de amostra necessária a compor o plano amostral. As melhores folhas para se amostrar os adultos, por contagem direta, foram a 4^a e a 5^a folha e para a amostragem de ninfas foi a 5^a folha. A batida de plantas em bandeja plástica se destacou como a melhor técnica amostral, por apresentar valores baixos de variância relativa e valores elevados de precisão econômica, tanto para ninfas quanto para adultos. Foi observado ajuste dos dados amostrais à distribuição binomial negativa, com parâmetro de dispersão comum para adultos ($k_{\text{comum}} = 1,04$) e ninfas ($k_{\text{comum}} = 0,47$) gerando um plano amostral cujo número de amostras para adultos e ninfas foram de 63 e 118 amostras/lavoura, respectivamente, ambos considerados praticáveis.

PALAVRAS CHAVE: Insecta, *Phaseolus vulgaris*, técnica de amostragem, distribuições estatísticas, manejo integrado de pragas.

2.1. INTRODUÇÃO

Diversas espécies de insetos atacam o feijoeiro comum (*Phaseollus vulgaris* L.), os quais chegam a ser considerados como o fator responsável pela restrição da sua produtividade na região dos trópicos (Singh & Emden, 1979; Calil, et al., 1985; Vieira, 1988; Picanço et al., 2001). Dentre esses insetos, a cigarrinha verde, *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae), é considerada praga - chave do feijoeiro (Nault & Rodrigues, 1985; Picanço et al., 2001), tanto pela sua vasta distribuição como pelos prejuízos que pode causar à cultura. Os sintomas de seu ataque são visíveis nas folhas, que se tornam amareladas, com as bordas enroladas para baixo. Plantas severamente atacadas atrofiam e não se desenvolvem. Os danos são resultantes da sucção de seiva e introdução de toxinas, presentes na sua saliva, durante a alimentação (Sartorato et al., 1987); as plantas têm menor porte, menor número de vagens por planta e menor número e peso de grãos por vagem (Ramalho, 1978).

Medidas de controle devem ser adotadas quando a cigarrinha estiver presente numa densidade populacional capaz de ocasionar dano econômico ao cultivo. Assim, sua densidade populacional deve ser constantemente monitorada para se determinar o melhor momento de intervir (Pedigo, 1989; Dent, 1993; Nault & Kennedy, 1996; Moura et al., 2003), o que requer o estabelecimento de planos amostrais.

O plano amostral convencional é uma importante ferramenta utilizada na tomada de decisão de controle (Pedigo, 1989) por ser o ponto inicial de geração de sistemas de tomada de decisão em programas de manejo integrado de pragas e permitir determinar o nível de dano econômico e a escolha da melhor unidade e técnica amostral (Nault & Kennedy, 1996; Gusmão et al., 2005).

No estabelecimento do plano de amostragem convencional é necessário determinar a distribuição de frequência dos dados (Young & Young, 1998), uma vez que a prática tem mostrado que quando a mesma unidade amostral é usada para examinar a mesma espécie em ambientes e densidades similares, as

distribuições de frequências dos dados amostrais são também similares. Embora padrões espaciais possam diferir com o tempo ou lugar, as distribuições de frequência são semelhantes (Binns et al., 2000). Dessa forma, o conhecimento da distribuição de frequência dos dados amostrais tem uma grande utilização para a seleção de metodologias adequadas ao desenvolvimento de planos amostrais (Fowler & Lynch, 1987; Young, 1994; Binns et al., 2000).

Assim, considerando a importância de *E. kraemeri* para a cultura do feijão comum, o objetivo desta pesquisa foi determinar a melhor técnica, distribuição de frequência dos dados e o número de amostra a compor um plano de amostragem convencional para este inseto praga.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no período de julho de 2002 a outubro de 2004 em 51 lavouras comerciais de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) em Coimbra, MG.

O ensaio foi dividido em três fases. Na primeira fase, se determinou qual a folha do feijoeiro é mais representativa para se amostrar adultos e ninfas de *E. kraemeri* pela contagem direta. Na segunda fase a contagem direta na folha anteriormente selecionada, foi comparada com outras técnicas amplamente usadas na amostragem de insetos fitófagos: batida de plantas em bandeja plástica (35 cm comprimento x 30 cm largura x 5 cm de profundidade) (Imenes et al., 1992; Moura et al., 2003), coleta de plantas com sacola de plástico (Waquil, 1997; Moura et al., 2003) e pano de batida (1,5 x 1,0 m) (Domiciano & Santos, 1994). Na terceira fase foram determinadas a distribuição de frequência dos dados gerados na amostragem com a técnica amostral selecionada na segunda fase do ensaio e o número de amostras necessário a compor o plano amostral convencional.

Na escolha da folha mais representativa para amostrar seus adultos e ninfas pela contagem direta foram visitados 10 cultivos comerciais do feijão, 100 plantas por talhão, amostrando todas as folhas de cada planta. Considerou-se como folha nº1 a primeira folha que possuísse os folíolos totalmente expandidos. Nessa seleção foram usados os critérios de representatividade (Podoler & Rogers,

1975; Crespo, 2003) e precisão (Southwood, 1978; Crespo, 2003). Pelo critério de representatividade foram selecionadas unidades amostrais que apresentaram correlações significativas entre as densidade absolutas e relativas do número de adultos e ninfas a $p < 0,05$. Pelo critério de precisão foram selecionadas unidades amostrais que apresentaram variâncias relativas inferiores a 25% (Southwood, 1978).

As variâncias relativas das densidades de adultos e ninfas de *E. kraemeri* foram calculadas conforme a equação abaixo (Southwood, 1978).

$$VR = \frac{[100 * (EP)]}{\bar{X}} \quad \text{onde,}$$

VR = variância relativa, (EP) = erro-padrão da média e (\bar{X}) = média dos dados.

A comparação da folha mais representativa para a realização da amostragem pela contagem direta com a batida de folhas em bandeja plástica, coleta de folhas em sacola de plástico e batida de plantas em pano de batida foi feita em 10 cultivos comerciais de feijão onde foram amostrados, em cada talhão, 100 pontos por técnica amostral.

A técnica de batida de planta em bandeja e pano de batida consistiu na colocação da bandeja e do pano sob as plantas e por meio de movimentos leves e firmes as plantas foram sacudidas e os insetos presentes na planta que caíam na bandeja e no pano foram contados. A técnica de coleta de planta em sacola plástica, consistiu em envolver a planta com a sacola plástica, arrancá-la, lacrá-la em seu interior e encaminhá-la ao laboratório para determinação do número de insetos (Waquil, 1997; Paula et al., 1998; Moura et al., 2003; Gusmão et al., 2005).

As plantas avaliadas foram distintas para cada sistema de amostragem, de modo a evitar qualquer perturbação aos insetos. Registrou-se os tempos e calcularam-se os custos de cada sistema de amostragem. Calcularam-se as médias e erros padrões das densidades para cada sistema de amostragem, os quais foram utilizados para se calcular a variância relativa.

Com os dados do custo de amostragem e variância relativa (VR), calculou-se a precisão econômica (PE) dos sistemas de amostragem com a expressão de Kogan & Herzog (1980).

$PE = \frac{100}{VR * Ca}$, onde: PE = precisão econômica, Ca = custo de amostragem (R\$/amostra).

Os valores de precisão econômica e variância relativa foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors (p = 0,01) e análise de variância e as médias dos sistemas amostrais comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (Scott & Knott, 1974).

Tendo determinado a melhor técnica para se amostrar adultos e ninfas de *E. kraemeri*, voltou-se novamente ao campo onde foram amostrados 31 cultivos comerciais, amostrando 410 pontos por cultivo.

Na determinação da distribuição estatística dos dados amostrais e do número de amostras necessárias à amostragem foram testados a distribuição binomial negativa, a distribuição de poisson e a distribuição binomial positiva. Para tanto, calcularam-se as frequências esperadas e observadas, as quais foram comparadas pelo teste de qui-quadrado (Ludwig & Reynolds, 1988; Pedigo & Zeiss, 1996; Moura et al., 2003).

Como a distribuição que melhor se ajustou aos dados amostrais, tanto para adultos, quanto de ninfas foi o modelo binomial negativo, testou-se a existência do parâmetro de agregação comum dos dados (K_{comum}) conforme Bliss & Owens (1958).

Os valores de K_{comum} , ajustados, foram utilizados no cálculo do número de amostras a 5%, 10%, 15%, 20% e 25%, de acordo com a equação proposta por Young & Young (1998).

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

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

Os números de amostras calculados foram então submetidos a análise de regressão em função do nível de precisão a $p < 0,05$ para selecionar o nível de

precisão a ser usado no plano amostral. Foi selecionado o nível de precisão à partir do qual o número de amostras apresentou baixa variação.

2.3. RESULTADOS

A maior densidade de adultos de *Empoasca kraemeri* foi amostrada pela contagem direta na 8ª folha ($0,92 \pm 0,22$) do dossel do feijoeiro e a maior densidade de ninfa na 4ª folha ($1,33 \pm 0,30$) (Tabela 1).

Foram encontrados valores de variâncias relativas inferiores a 25% na contagem direta de adultos na 4ª, 5ª e 8ª folha e na contagem direta de ninfas na 4ª e 5ª folha do feijoeiro (Tabela 1). Foram observadas correlações positivas e significativas ($p < 0,01$) entre as densidades relativas de adultos/dossel com as densidades absolutas de adultos/planta pela contagem direta nas folhas 2, 4, 5 e 6 (Tabela 1) e para ninfas nas folhas 2, 5, 6, 7 e 8 (Tabela 1).

Na comparação da contagem direta com a batida de plantas em bandeja, coleta de folhas com sacola plástica e pano de batida, a maior densidade de adultos foi observada quando usou-se a técnica de batida de plantas em bandeja ($0,62 \pm 0,04$) e as maiores densidades de ninfas com o uso da técnica de coleta de plantas em sacola plástica ($2,40 \pm 0,23$) (Tabela 2).

Apenas a amostragem de adultos com batida de plantas em bandeja plástica apresentou valor de variância relativa inferior a 25 (VR=20,68). Para amostragem das ninfas; os valores de variância relativa foram menores que 25 na contagem direta na 5ª folha (VR=14,77), na coleta de plantas com sacola plástica (VR=15,56) e na batida de plantas em bandeja plástica (VR = 23,68).

Os maiores valores de precisão econômica para se amostrar adultos de *E. kraemeri* foi encontrado pela batida de plantas em bandeja (PE = 518,16). Já para a amostragem de ninfas os maiores valores de precisão econômica foi encontrado pela contagem direta na 5ª folha (PE = 455,40) e batida de plantas em bandeja (PE = 442,01) (Tabela 2). Estas técnicas permitem uma amostragem rápida e por isso baratas, sendo necessário 23 segundos para se contar diretamente os insetos nas folhas e 16 segundos para se amostrar com batida de plantas em bandeja plástica (Tabela 2).

Os dados da amostragem de adultos de *E. kraemeri* pela batida de plantas em bandeja se ajustaram à distribuição binomial negativa em 24 dos 31 talhões amostrados (Tabela 3) e não se ajustaram às distribuições de Poisson (Tabela 4) e binomial positiva (Tabela 5) em nenhum talhão.

Os dados da amostragem de ninfas pela batida de plantas em bandeja plástica se ajustaram à distribuição binomial negativa em 13 dos 31 talhões amostrados (Tabela 3) e não foi encontrado ajuste às distribuições de Poisson (Tabela 4) e binomial positiva (Tabela 5) em nenhum talhão.

Foi obtido, entre os dados amostrais das 31 lavouras visitadas, inclinações significativas e interceptos não significativos ($p < 0,05$) do parâmetro de dispersão comum (Tabela 6), mostrando que existe k_{comum} para adultos ($k_{\text{comum}} = 1,04$) e ninfas ($k_{\text{comum}} = 0,47$) (Tabela 6).

As variações das estimativas para as amostragem de adultos e de ninfas de *E. kraemeri* se estabilizaram a partir de 20% de precisão (Figura 1). A esse nível de precisão, o número de amostra necessário à amostragem de adultos foi de 63 amostras/lavoura e de ninfas de 118 amostras/lavoura (Tabela 7).

2.4. DISCUSSÃO

As folhas ideais para se amostrar adultos de *E. kraemeri* por contagem direta são a 4^a ou 5^a folha e a folha ideal para a amostragem de ninfas por contagem direta é a 5^a folha, por possibilitar uma amostragem precisa ($VR < 25$) (Southwood, 1978) e representativa (correlações significativas à $p < 0,01$) (Crespo, 2003). Isto ocorre em função da variação das densidades de *E. kraemeri* amostradas nessas folhas ser diferente da variação das densidades no restante da planta. Assim, fatores como chuvas, nutrientes, aleloquímicos e ação de inimigos naturais devem afetar *E. kraemeri* de forma diferencial. Dessa forma, pode-se supor que os efeitos de elementos climáticos, como as chuvas, terão impactos diferentes nessas folhas em relação ao impacto médio ocorrido na planta como um todo. Esses impactos deverão ser mais intensos no ápice das plantas pelas folhas estarem mais expostas a ação das chuvas e outros intempéries climáticos (Villacorta, 1980; Nestel *et al.*, 1994; Pereira, 2002).

A amostragem pela batida de plantas em bandeja plástica se destacou como a melhor técnica amostral, por apresentarem valores de $VR < 25$ e apresentarem valores de PE elevados (Southwood, 1978; Young & Young, 1998; Moura *et al.*, 2003; Gusmão *et al.*, 2005), tanto para ninfas ($VR = 23,68$ e $PE = 442,01$) quanto para adultos ($VR = 20,68$ e $PE = 518,16$) (Tabela 2). Isto possibilita a adoção de uma única técnica para se amostrar *E. kraemeri*,

independente da fase do seu ciclo de vida, simplificando sua adoção por parte do agricultor.

Essa técnica é a ideal para se amostrar adultos e ninfas de *E. kraemeri* por melhor representarem a flutuação das densidades absolutas destes insetos na planta. Assim, em plantas mais infestadas pela cigarrinha, maiores densidades destes insetos serão amostrados por essa técnica, ocorrendo o inverso em baixas densidades. Pode-se inferir que todos os fatores que afetam as densidades absolutas desses insetos nas plantas de feijão também afetarão semelhantemente as densidades relativas desta praga quando amostrada por essa técnica amostral. Fato que não ocorre com igual intensidade para as outras técnicas testadas (Bechinski & Pedigo, 1982; Pedigo, 1989; Schuster, 1998; Crespo, 2003).

Não foi observado nos talhões amostrados pela batida de plantas em bandeja, tanto para adultos quanto para ninfas, ajuste à distribuição de Poisson e binomial positiva, e foi observado ajuste à distribuição binomial negativa em boa parte dos talhões, por consequência, adotou-se a distribuição binomial negativa como sendo representativa dos dados (Moura et al., 2003). Tal fato ocorreu pela maior frequência de amostras com muitos e poucos insetos, gerando uma grande variabilidade dos dados em torno das densidades médias, levando a uma diminuição dos 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 tem se adequado mais frequentemente a explicar as relações entre as médias e variâncias das densidades de insetos (Kuehl & Fye, 1972; Barbosa & Perecin, 1982; Coggin & Dively, 1982; Villacorta & Tornero, 1982; Quinteiros, 1984; Taylor, 1984; Mitchell & Fuxa, 1987; Bosqueperez & Mareck, 1990; Bates et al., 1991; Tonhasca et al., 1994; Moura et al., 2003).

Este ajuste à distribuição de frequência binomial negativa não fornece informações sobre o padrão espacial, uma vez que não leva em consideração informações sobre suas coordenadas espaciais (Binns et al., 2000). Ele simplesmente nos permite selecionar de forma adequada a metodologia estatística para o desenvolvimento do plano amostral (Young & Young, 1998). Dessa forma, na determinação do número de amostras a comporem o plano

amostral de adultos e ninfas de *E. kraemeri*, foi adotado as fórmulas indicadas por Young & Young, (1998) para a distribuição binomial negativa.

Foi confirmado a existência do parâmetro de dispersão comum (k_{comum}) para adultos ($k_{\text{comum}} = 1,04$) e ninfas ($k_{\text{comum}} = 0,47$) (Tabela 6), o que torna possível, ao se amostrar com a batida de plantas em bandeja, obter um único plano amostral para todas as lavouras visitadas (Bliss & Owen, 1958; Young & Young, 1998; Moura et al., 2003) com um único número de amostra para adultos e um único número de amostra para ninfas.

O tempo gasto na amostragem deve ser otimizado de modo que as etapas de coleta, processamento dos dados e tomada de decisão ocorram no mesmo período do dia, pois as atividades requeridas pelo cultivo do feijão, como adubação, controle fitossanitário, irrigação e colheita demandam grande utilização de mão de obra, precisando serem adotadas num curto período de tempo. Dessa forma, um plano amostral para ser considerado praticável deve requerer um tempo inferior a uma hora (Moura, et al., 2003). Os resultados demonstram que os sistemas selecionados para amostragem de ninfas (118 amostras/lavoura) e adultos (63 amostras/lavoura) pela batida de plantas em bandeja (Tabela 7), a 20% de precisão, requer um tempo de amostragem inferior a uma hora (0,28 h e 0,52 h) sendo, assim, um número de amostra praticável (Moura et al., 2003).

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, J.C.; Perecin, D. 1982. Modelos probabilísticos para distribuições de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1997), na cultura do milho. **Científica**, 10: 181-191.
- Bates, A. B.; Weiss, M.J.; Carlson, R.B. 1991. Sequential sampling plan for denticornis (Thysanoptera: Thripidae) on spring barley. **Journal of Economic Entomology**, 84: 1630-1634.
- Bechinski, E.J.; Pedigo, L.P. 1982. Evaluation of methods for sampling predatory arthropods in soybeans. **Environmental Entomology**, 11: 756-761.
- Binns, M.R.; Nyrop, J.P.; Werf, W.V.D. 2000. **Sampling and monitoring in crop protection: the theoretical basis for developing practical decision guides**. Cab Internacional, University Press, Cambridge, 281p.
- Bliss, C.L.; Owens, A.R.G. 1958. Negative binomial distributions with a common k. **Biometrika**, 45: 37-58.
- Bosqueperez, N.A.; Mareck, J.H. 1990. Distribution and species composition of lepidopterous maize borers in Southern Nigeria. **Bulletin of Entomological Research**, 80: 363-368.
- Calil, A.C.P.; Chandler, L.; Galvão, J.D.; Casali, V.W.D.; Nogueira, S.B.N. 1985. Tabela de vida das culturas para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), com ênfase nas pragas e seus danos, em três plantios no período chuvoso. **Revista Ceres**, 32: 196-226.
- Coggin, D.L.; Dively, G.P. 1982. Sequential sampling plan for the armyworm in Maryland small grains. **Environmental Entomology**, 11: 169-172.

- Crespo, A.L.B. 2003. **Unidade amostral de *Neoleucinodes elegantalis* em tomateiro**. Dissertação de mestrado, Viçosa: UFV, 45p.
- Dent, D. 1993. **Insect pest management**. Wallingford: CAB International, 604 p.
- Domiciano, N.L.; Santos, W.J.dos. 1994. Momento adequado para a aplicação de inseticida no controle do coruquerê do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 29: 7-11.
- Fowler, G.W.; Lynch, A.M. 1987. Sampling plans in insect pest management based on Wald's sequential probability ratio test. **Environmental Entomology**, 2: 345-354.
- Gusmão, M.R.; Picanço, M.C.; Zanuncio, J.C.; Silva, D.J.H, Barrigossi, J.A.F. 2005. Conventional sampling plan for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in the tomato culture. **Scientia Horticulturae** (no prelo).
- Imenes, S.D.L.; Campos, T.B.; Takematsu, A.P.; Bergmann, E.C.; Silva, M.A.D. 1992. Efeito do manejo integrado na população de pragas e inimigos naturais na produção de tomate estaqueado. **Arquivos do Instituto Biológico**, 59: 1-7.
- Kogan, M.; Herzog, D.C. 1980. **Sampling methods in soybean entomology**. Springer-Verlag, New York, 587p.
- Kuehl, R.O.; Fye, R.E. 1972. Analysis of sampling of distributions of cotton insects in Arizona. **Journal of Economic Entomology**, 65: 855-860.
- Ludwig, J. A.; Reynolds, J. F. 1988. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley, 337p.
- Mitchell, F.L.; Fuxa, J.R. 1987. Distribution, abundance, and sampling of fall armyworm (Lepdoptera: Noctuidae) in South-central Louisiana corn fields. **Environmental Entomology**, 16: 453-458.
- Moura, M.F. de; Picanço, M.C. ; Silva, É.M. da; Guedes, R.N.C. Pereira, J.L. 2003. Plano de amostragem do biótipo B de *Bemisia tabaci* na cultura do pepino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38: 1357-1363.
- Nault, B.A.; Kennedy, G.G. 1996. Sequential sampling plans for use in timing insecticide applications for control of european corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in potato. **Journal of Economic Entomology**, 89: 1468-1476.
- Nault, L.R.; Rodrigues, J.G. 1985. **The leafhoppers and Planthoppers**. Entomological Society of America, 421p.
- Nestel, D; Dickschen, F.; Altieri, M.A. 1994. Seasonal and spatial population loads of a tropical insect: the case of the coffee leaf-miner in Mexico. **Ecological Entomology**, 19: 159-167.

- Paula, S.V.; Picanço, M.; Vilela, E.F.; Fontes, P.C.R. 1998. Incidência de insetos vetores de fitovírus em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) circundado por faixas de culturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 41: 555-558.
- Pedigo, L. P.; Zeiss, M. R. 1996. **Analyses in Insect Ecology and Management**, Iowa: Iowa State University Press, 168p.
- Pedigo, L.P. 1989. **Entomology and pest management**. New York: Mackmillan. 646p.
- Pereira, E.G. 2002. **Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica***. Dissertação de Mestrado. Viçosa, MG: UFV, 80p.
- Picanço, M.C.; Marquini, F.; Galvan, T.L. 2001. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central., In: Zambolim, L (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivôcentral e Plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 722p.
- Podoler, H.; Rogers, D. 1975. A new method for the identification of key factors from life-table data. **Journal Animal Ecology**, 44: 85-114.
- Quinteiros, H.O. 1984. **Determinação de uma distribuição estatística adequada a dados de contagem de lagartas de *Scrobipalpula absoluta*, em tomate, e um plano de amostragem apropriado**. Dissertação de mestrado, Piracicaba: ESALQ, 92p.
- Ramalho, F. S. 1978. Efeitos da época de infestação de *E. kraemeri* *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 (Homoptera: Typhlocibidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 7: 30-32.
- Sartorato, A.; Rava, C.A.; Yokoyama, M. 1987. Principais doenças e pragas do feijoeiro comum no Brasil. **Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 53p.**
- Schuster, D.J. 1998. Intraplant distribution of immature lifestages of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. **Environmental Entomology**, 27: 1-9.
- Scott, A.J.; Knott, M.A. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, 30: 507-512.
- Singh, G.R.; Emdem, H.F. 1979. Insect pests of grain legumes. **Annual Review of Entomology**, 24: 255-278.
- Southwood, T.R.E. 1978. **Ecological methods**. London: Chapman and Hall, 524p.
- Taylor, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. **Annual Review of Entomology**, 29: 231-257.

- Tonhasca, A.; Palumbo, J.C.; Byrne, D.N. 1994. Distribution patterns of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe fields in Arizona. **Environmental Entomology**, 23: 949-954.
- Vieira, C. 1988. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 231p.
- Villacorta, A.; Tornero, M.T.T. 1982. Plano de amostragem seqüencial de dano causado por *Perileuoptera coffeella* no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 17: 1249-1260.
- Villacorta, A. 1980. Alguns fatores que afetam a população estacional de *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) no norte do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 9: 23-32.
- Waquil, J.M. 1997. Amostragem e abundância de danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em plântulas de milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26: 27-33.
- Young, L.J.; Young, J.H. 1998. **Statistical ecology: A population perspective**. Kluwer, 438p.
- Young, L.J. 1994. Computation of some exact properties of Wald's SPRT when sampling from a class of discrete distributions. **Biometrical Journal**, 5: 627-637.

Tabela 1. Média \pm erro padrão da média, variância relativa e coeficiente de correlação de Pearson entre as densidades relativas com as densidades absolutas de adultos e ninfas de *Empoasca kraemeri* em plantas de feijão. Coimbra, MG, 2004

Folha	Média \pm Erro Padrão ⁽¹⁾	Variância Relativa	Coeficiente de Correlação
Adulto			
1	0,08 \pm 0,06 C	69,22	0,35
2	0,12 \pm 0,09 C	73,28	0,81 *
3	0,04 \pm 0,04 D	102,06	0,20
4	0,64 \pm 0,15 B	24,05	0,82 *
5	0,72 \pm 0,17 B	23,53	0,81 *
6	0,28 \pm 0,21 C	74,41	0,79 *
7	0,08 \pm 0,06 C	70,58	0,34
8	0,92 \pm 0,22 A	23,91	0,20
Ninfa			
1	0,38 \pm 0,18 C	49,27	0,24
2	0,50 \pm 0,21 C	42,53	0,82 *
3	0,83 \pm 0,26 B	31,39	0,46
4	1,33 \pm 0,30 A	22,84	0,60
5	1,00 \pm 0,24 B	24,32	0,84 *
6	0,96 \pm 0,31 B	32,84	0,83 *
7	0,83 \pm 0,27 B	32,94	0,78 *
8	0,25 \pm 0,12 C	48,63	0,72 *

* significativo a 1% de probabilidade, (1) Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott a $p < 0,05$.

Tabela 2. Densidade média (\bar{X}), variância relativa (VR), tempo amostral (em segundos) e precisão econômica (PE) de amostragem de adultos e ninfas de *Empoasca kraemeri* em dez lavouras de feijão, em função da técnica de amostragem. Coimbra, MG, 2004.

Técnica	X ⁽¹⁾	VR	Tempo ⁽¹⁾	PE ⁽¹⁾
Adultos de <i>E. kraemeri</i>				
Contagem direta na folha 4	0,05 C	67,82	23 C	122,10 B
Contagem direta na folha 5	0,17 C	47,35	23 C	186,94 B
Batida de planta em bandeja	0,62 A	20,68	16 C	518,16 A
Sacola Plástica	0,07 C	65,14	384 A	6,55 C
Pano de batida	0,35 B	39,07	102 B	54,08
Ninfas de <i>E. kraemeri</i>				
Contagem direta na folha 5	0,82 B	14,77	23 C	455,40 A
Batida de planta em bandeja	0,30 B	23,68	16 C	442,01 A
Sacola plástica	2,40 A	15,46	384 A	27,38 B
Pano de batida	0,36 B	28,65	102 B	59,015 B

(1) Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott a $p < 0,05$.

Tabela 3. Teste qui-quadrado (χ^2) entre as frequências observadas e esperadas pelas distribuições binomial negativa das densidades de adultos e ninfas de *Empoasca kraemeri*, amostrados por batida de planta em bandeja plástica. Coimbra, MG, 2004

Lavoura	Adultos		Ninfas	
	χ^2	GL	χ^2	GL
1	74,72 *	2	12,31 *	2
2	12,99 *	4	16,34 *	3
3	7,83 ns	6	9,72 *	3
4	5,27 ns	5	10,65 *	2
5	5,65 ns	7	11,98 *	3
6	3,77 ns	5	9,88 *	2
7	7,45 ns	7	10,26 *	2
8	3,21 ns	5	8,06 *	2
9	17,42*	7	18,07 *	6
10	2,87 ns	3	12,44 *	2
11	5,04 ns	3	12,05 *	3
12	0,31 ns	3	2,04 ns	3
13	7,43 ns	3	4,91 ns	4
14	19,5 ns	15	472 *	2
15	15,32 *	4	7,2 *	2
16	2,13 ns	3	4 ns	4
17	3,53 ns	4	12,92 *	4
18	6,96 ns	4	5,91 ns	2
19	1,3 ns	3	5,35 ns	5
20	1,18 ns	2	0,04 ns	2
21	5,15 ns	4	0,3 ns	2
22	14,32 *	3	7,67 ns	3
23	2,81 ns	3	4,03 *	4
24	0,048 ns	3	12,15 *	5
25	6,76 ns	6	3,99 ns	4
26	5,77 ns	4	5,93 ns	4
27	1,71 ns	2	5,95 ns	2
28	1,9 ns	5	0,34 ns	2
29	3,28 ns	6	0,72 ns	2
30	26,4 *	8	76,17 *	14
31	30,51*	14	39,23 *	18

*Significativo e ns não significativo a $p < 0,05$.

Tabela 4. Teste qui-quadrado (χ^2) entre as frequências observadas e esperadas pelas distribuição de Poisson das densidades de adultos e ninfas de *Empoasca kraemeri*, amostrados por batida de planta em bandeja plástica. Coimbra, MG, 2004

Lavoura	Adulto		Ninfa	
	χ^2	GL	χ^2	GL
1	430,14*	2	339,71*	2
2	351,29*	3	341,11*	2
3	383,75*	4	297,50*	2
4	455,49*	4	312,79*	2
5	568,59*	5	359,3*	2
6	447,92*	4	298,04*	2
7	458,42*	5	275,99*	1
8	355,68*	4	278,77*	1
9	762,79*	5	309,88*	2
10	430,14*	2	339,04*	1
11	292,06*	2	323,81*	2
12	174,24*	1	204,78*	2
13	232,89*	2	273,16*	3
14	302,25*	3	316,51*	3
15	197,15*	3	269,18*	2
16	205,87*	3	271,97*	3
17	234,62*	3	328,93*	1
18	321,32*	2	202,77*	1
19	212,77*	2	355,51*	3
20	165,98*	1	185,95*	1
21	240,73*	2	216,42*	2
22	170,27*	2	185,02*	2
23	198,55*	2	301,57*	3
24	176,82*	2	229,86*	3
25	243,49*	2	242,34*	3
26	334,87*	2	417,51*	3
27	197,89*	2	174,09*	1
28	487,29*	3	170,45*	1
29	372,41*	3	233,01*	1
30	474,71*	5	5263,10*	10
31	4756,39*	10	69535,09*	13

*Significativo e ns não significativo a $p < 0,05$.

Tabela 5. Teste qui-quadrado (χ^2) entre as frequências observadas e esperadas pelas distribuição binomial positiva das densidades de adultos e ninfas de *Empoasca kraemeri*, amostrados por batida de planta em bandeja plástica. Coimbra, MG, 2004

Lavoura	Adultos		Ninfas	
	χ^2	GL	χ^2	GL
1	905746,00*	3	314877,28*	3
2	87687,87*	5	892971,65*	3
3	6488,58*	7	828004,72*	4
4	5738,57*	7	4501781,54*	2
5	1620740,80*	8	1571552,73*	3
6	8316,38*	6	475036,48*	4
7	80999,67*	7	288960,99*	2
8	2982,56*	6	323492,31*	2
9	1129,67*	7	487055,23*	5
10	76927592,95*	5	314877,28*	1
11	76038781,77*	3	374257,37*	5
12	111243,24*	2	309581,82*	3
13	128165,68*	4	38009,58*	6
14	2715,33*	6	159946,12*	5
15	3991,81*	5	110393,82*	5
16	9572,83*	5	55037,07*	6
17	4415,69*	7	155844,43*	4
18	26936,56*	8	1199913,95*	3
19	51138,46*	4	51242,15*	7
20	449538,46*	2	1423042,11*	4
21	17286,80*	6	6893552,73*	3
22	10761,29*	6	374257,37*	6
23	14779,20*	7	77940,08*	5
24	8726,49*	3	15014,80*	5
25	4526,48*	4	76170,14*	6
26	19293,29*	5	130669,57*	4
27	274883,72*	3	487055,23*	2
28	10029,43*	9	617738,03*	3
29	3890,41*	9	827064,63*	6
30	687,62*	9	21545,63*	8
31	1783,91*	8	22462,82*	9

*Significativo e ns não significativo a $p < 0,05$.

Tabela 6. Estimativa e teste de homogeneidade em relação ao parâmetro K da distribuição binomial negativa para os dados de densidades de adultos e de ninfas de *Empoasca kraemeri*, amostrados pela batida de folha em bandeja, Coimbra, MG, 2004

Fase do Inseto	K comum	Inclinação	Intersecção
Adulto	1,04	71,45 *	2,06 ns
Ninfa	0,47	6,26 *	0,01 ns

Ns não-significativo e *Significativo pelo teste F a $p < 0,05$.

Tabela 7. Número total de amostras e tempo, em hora, para a amostragem de adultos e ninfas de *Empoasca kraemeri*, amostrados pela batida de plantas em bandeja, Coimbra, MG, 2004

Precisão (%)	Adultos		Ninfas	
	Amostras / talhão	Tempo	Amostras / talhão	Tempo
5	1052	4,67	1958	8,70
10	271	1,20	503	2,24
15	101	0,45	187	0,83
20	63	0,28	118	0,53
25	55	0,25	103	0,46

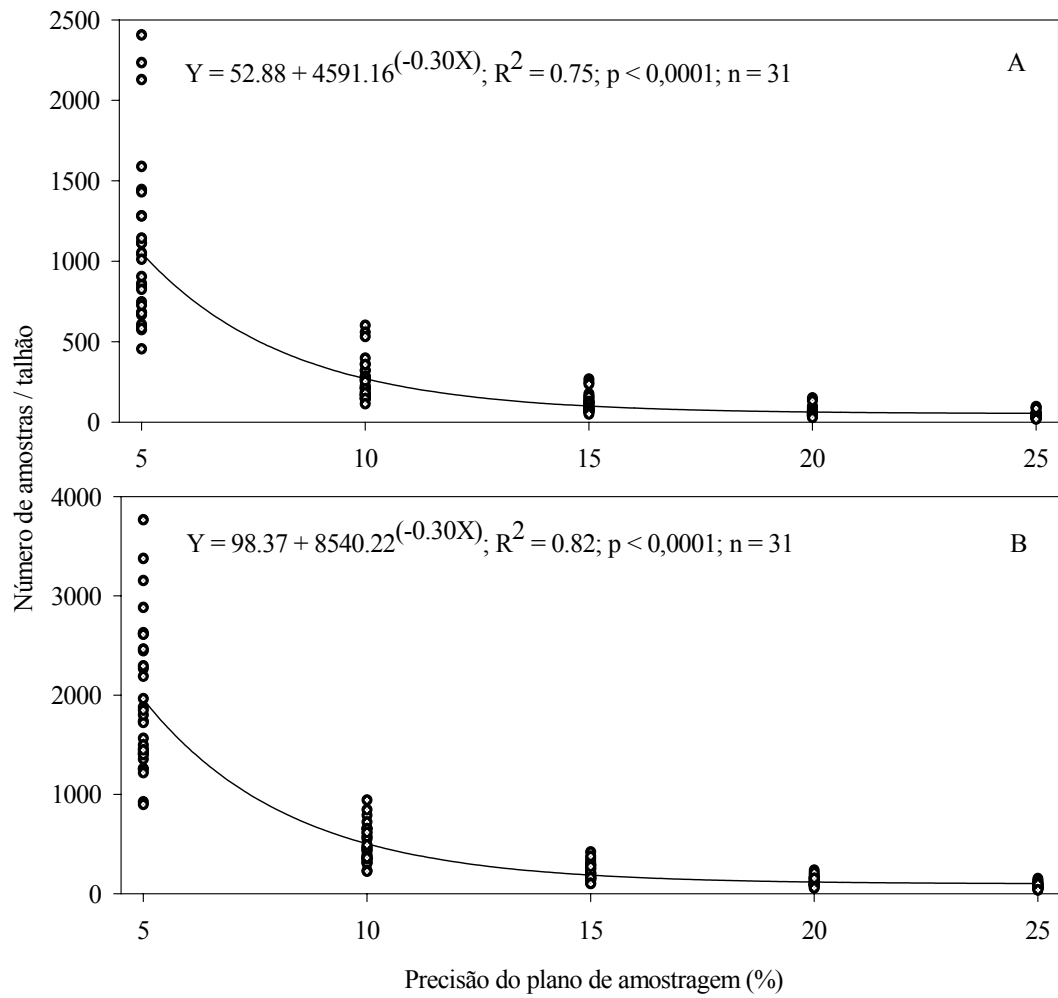


Figura 1. Número de amostras requeridas por planos de amostragem de adultos (A) e ninfas (B) de *Empoasca kraemeri* em função da precisão em plantas de feijão. Coimbra, MG, 2004.

CAPÍTULO III: NÍVEL DE DANO ECONÔMICO E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE *Empoasca kraemeri* (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) NO FEIJOEIRO.

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi determinar um plano de amostragem seqüencial de contagem de adultos de *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) em lavouras de feijão comum. Inicialmente o nível de dano econômico foi estabelecido liberando diferentes níveis de infestação junto a plantas engaioladas, sob casa de vegetação, onde foi determinando o número de grãos por planta, o peso dos grãos e a produtividade das plantas, ajustando curvas em função do tempo. Conhecendo-se as perdas ocasionadas pelo ataque de *E. kraemeri* à planta, o custo de controle, o valor do produto e da produção e a produtividade esperada do feijoeiro foram estabelecidos três níveis de dano econômico: 0,48, 0,39 e 0,35 adultos de *E. kraemeri* por batida de duas plantas em bandeja plástica, para os níveis de produtividades: 1200, 1800 e 2400 Kg/ha. Os dados amostrais se ajustaram à distribuição binomial negativa e usando o teste da razão de probabilidade seqüencial de Wald foram estabelecidos planos de amostragem seqüencial considerados consistentes e precisos, com 90% de probabilidade de indicar uma decisão correta.

PALAVRAS CHAVE: cigarrinha verde, *Phaseolus vulgaris*, tomada de decisão, manejo integrado de pragas, dano econômico.

3.1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, o controle químico é a forma mais utilizada para a proteção de cultivos, por ser efetivo, de baixo custo e de fácil adoção (Harein & Davis, 1992). No entanto, o aumento do número de casos de resistência dos insetos aos inseticidas e a possibilidade de contaminação dos operadores, alimentos e meio ambiente, levaram à busca por melhoria no sistema (Brower et al., 1996). Esta melhoria foi alcançada com a adoção da filosofia do manejo integrado de praga (MIP) (Pedigo, 1988; Dent, 1993), através do monitoramento, das análises de risco ambiental e do custo-benefício para a tomada de decisão (Hagstrum & Flinn, 1996).

A análise de custo-benefício possibilita a determinação do momento propício para adoção do controle químico, e se baseia no nível de dano econômico e no nível de controle (Sauer et al., 1992; Hagstrum & Flinn, 1996). O nível de dano econômico corresponde a densidade populacional na qual o custo de seu controle é igual ao benefício esperado por sua adoção (Stern et al., 1959; Hagstrum & Flinn, 1996). Já o nível de controle corresponde à intensidade de ataque da praga na qual medidas de controle devem ser adotadas, evitando, assim, que sua densidade venha a superar o nível de dano econômico (Stern et al., 1959; Onstad, 1987; Pedigo, 1988; Dent, 1993; Hagstrum & Flinn, 1996; Higley & Pedigo, 1997).

Como a determinação do nível de controle exige que se conheça a fenologia da praga e de seu hospedeiro, a taxa de crescimento da população e do seu dano, e o intervalo de tempo associado com a tática de controle utilizada, o nível de dano econômico é o índice mais amplamente utilizado pelos agricultores e pesquisadores (Higley & Pedigo, 1993). A densidade populacional da praga, a ser comparada com o nível de dano econômico ou nível de controle, necessária à toma de decisão de controle, é determinada pela adoção de planos amostrais, que pode ser tanto seqüencial quanto convencional (Pedigo, 1988; Dent, 1993).

A adoção do plano de amostragem seqüencial, com número variável de amostras, exige um esforço amostral, normalmente, menor que a adoção do plano de amostragem convencional, com um número fixo de amostra, exigindo um menor tempo de amostragem (Peters & Sterling, 1975).

Entre as pragas do feijoeiro comum *E. kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae) é a praga chave (Moraes et al., 1980; Nault & Rodrigues, 1985; Picanço et al., 2001). Penetrando seu estilete (Ospina, 1980) e injetando substâncias toxicogênicas no floema ocasiona a obstrução dos vasos condutores de seiva (Pereira et al., 1993). As plantas ficam enfezadas (Moreno & Nakano, 2002) com porte reduzido (Pizzamiglio, 1979), folíolos com bordas viradas para baixo, os quais podem amarelecer e cair (Caetano et al., 1987), reduzindo a produtividade e qualidade da produção. Assim esta pesquisa objetivou determinar o nível de dano econômico do seu ataque e planos de amostragem seqüencial de contagem na cultura do feijoeiro comum.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido de julho de 2002 a março de 2005 em plantios de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) em Coimbra e Viçosa, MG.

3.2.1. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO

O nível de dano econômico foi determinado sob condições de casa de vegetação, em Viçosa, MG. O substrato foi adubado com base no resultado da análise química do solo, e acondicionado em vasos de plástico com 2,5 Kg de capacidade. Em seguida foram semeadas cinco sementes por vaso. Após cinco dias da emergência foram selecionadas duas plantas uniformes, que constituíram o material de análise correspondente, conforme metodologia adotada por Barrigossi (1988).

Foram acondicionados 47 vasos no interior de gaiolas (1,0 x 3,0 x 0,8 m) cobertas por organza branca. Os tratamentos foram, 0,0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 adultos de *E. kraemeri* por planta, liberados no interior da gaiola, sete dias após a emergência das plantas. Cada planta representou uma repetição, tendo portanto 94 repetições. Semanalmente essas gaiolas foram abertas para retirada dos insetos e posteriormente fechadas e reinfestadas.

No término do cultivo foi avaliado o número de grãos por planta, o peso dos grãos e a produtividade das plantas, ajustando curvas em função do tempo e dos tratamentos (Romano, 2001).

A relação entre o número de adultos de *E. kraemeri* presentes nas plantas com o número de adultos amostrados com a batida de duas plantas em bandeja (Paula et al., 1998; Moura et al., 2003) foi determinada liberando 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5, 6,0, 6,5 e 7,0 adultos por planta, no interior das gaiolas e coletando com a batida de bandeja, 10 amostras, em cada densidade.

Foram determinadas também a produtividade média (ton/ha), o preço médio de comercialização (R\$/kg), o valor da produção (R\$/ha), o custo médio de uma aplicação (R\$/ha), o número de aplicações por cultivo e o custo de controle (R\$/ha/cultivo). Estes dados foram utilizados na determinação do nível de dano econômico, segundo a fórmula descrita por Pedigo et al., (1986):

$$NDE = \frac{C}{V * I * D * K}, \text{ onde:}$$

C - Custo de controle;

V - Valor da produção;

I - Unidade de injúria por praga;

D - Dano por unidade de injúria; e

K - Coeficiente de eficiência de controle.

Adotou-se um coeficiente de eficiência de controle de 80% por ser o critério de eficiência exigido pelo ministério da agricultura para o registro de inseticidas para uso agrícola no Brasil (Gusmão et al., 2000).

O custo de controle (R\$/ha/cultivo) foi obtido a partir dos gastos com inseticidas registrados, mão-de-obra e equipamentos (R\$/ha) multiplicado por 3 que é o número de aplicações utilizadas para se controlar a cigarrinha durante o cultivo (Rapassi et al., 2003). O gasto com mão-de-obra foi calculado considerando o tempo gasto em uma pulverização, a um salário mínimo mensal de R\$ 300,00 acrescidos de todos os encargos sociais. Já o gasto com equipamentos foi obtido pelo valor de arrendamento de um pulverizador de 18 m de barra tracionada por trator de 85 HP (FNP, 2004).

O valor de comercialização do feijão (R\$/Kg) foi obtido a partir dos preços médios mensais do feijão, comercializados nas safras de 1995 a 2004 segundo a CONAB (2004) corrigidos pelo índice do IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2004). Já o valor da produção (R\$/ha) foi obtido a partir

do valor da produtividade média (Kg/ha) multiplicada pelo valor médio de comercialização do feijão (R\$/Kg) (Gonring, 2004).

De acordo com a produtividade esperada os cultivos de baixa produtividade, 1200 Kg/ha, média, 1800 Kg/ha ou alta produtividade, 2400 Kg/ha, foram calculadas três diferentes densidades de níveis de dano econômicos, uma vez que segundo Ribeiro et al., (1999) os diferentes níveis tecnológicos adotados pelos produtores resultam nesses níveis de produtividades.

3.2.2. ESTABELECIMENTO DO PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL

Foram visitados 31 plantios comerciais de feijão, no município de Coimbra, MG, onde foram coletados 451 amostras por cultivo com a batida de duas plantas em bandeja plástica.

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), em função dos dados gerados nos 31 cultivos comerciais amostrados terem se ajustado à distribuição de freqüência binomial negativa (conforme capítulo 2 desta tese) com parâmetro de dispersão comum (K_{comum}). Os valores de 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 dos três níveis de controle determinados, foram obtidas as densidades populacionais críticas: 1) m_0 - densidade crítica do limite inferior, igual a 50% do nível de controle, 2) m_1 - densidade crítica do limite superior, igual a 100% do nível de controle. Determinados de forma que o dano não ocorra se a população da praga permanecer em densidades menores que o limite inferior (H_0 : hipótese nula) e ocorre se a densidade da praga ultrapassar o limite superior (H_1 : hipótese alternativa) (Hammond & Pedigo, 1976).

Os níveis máximos de probabilidade de errar ao se afirmar que uma densidade populacional de *E. kraemeri* não ocasiona dano econômico ao cultivo (erro tipo I), e de errar ao se afirmar que uma densidade populacional não

ocasiona dano econômico (erro tipo II) foram fixados em $\alpha = \beta = 10\%$ (Fowler & Lynch, 1987).

Para validação do plano de amostragem seqüencial, determinaram-se as curvas características da operação (CO) e número médio de amostra (ASN), seguindo Fowler & Lynch (1987) e Feng et al., (1994). A curva característica da operação representa a probabilidade de decidir não efetuar o controle do inseto em função da sua densidade populacional e a curva do número médio de amostra indica o provável número de amostras requerido para se tomar uma decisão (Krebs, 1998).

3.3. RESULTADOS

A relação entre o número de adultos de *E. kraemeri* na planta e coletadas pela batida de duas plantas foi significativa, linear e positiva (Figura 1).

As perdas de produtividade por vaso em relação ao número de adultos amostrados com a batida em bandeja plástica se ajustou ao modelo exponencial de regressão (Figura 2), mostrando que o feijoeiro é altamente susceptível ao ataque dos adultos de *E. kraemeri*.

Os níveis de dano econômico foram 0,48, 0,39 e 0,35 adultos de *E. kraemeri* por batida de duas plantas de feijão em bandeja de plástico, sendo que estas intensidades de ataque causaram perdas de 22,24, 14,47 e 11,35% para produtividade esperada de 1200, 1800 e 2400 Kg/ha, respectivamente (Tabela 2).

Foi observado, ao nível de 5% de significância, a existência do parâmetro de dispersão comum (k_{comum}) da distribuição binomial negativa entre os dados das trinta e uma lavouras amostradas com a batida de plantas em bandeja, cujo valor foi de 1,038469 (Tabela 3).

Para produções esperadas de 1200, 1800 e 2400 kg/ha de feijão, a decisão de se controlar a infestação de adultos de *E. kraemeri* só pode ser feita a partir da 14^a, 14^a e 18^a amostra (Figuras 2A, C e E). Os limites críticos inferior e superior adotados no estabelecimento dos planos de amostragem seqüencial de adultos de *E. kraemeri* por contagem foram: $m_{0(1200)} = 0,24$ e $m_{1(1200)} = 0,48$; $m_{0(1800)} = 0,195$ e $m_{1(1800)} = 0,39$ e $m_{0(2400)} = 0,175$ e $m_{1(2400)} = 0,35$ adultos/bandeja, gerando

limites de tomada de decisão com inclinação $S_{(1200)} = 0,3428$ (Figura 3A), $S_{(1800)} = 0,2813$ (Figura 3C) e $S_{(2400)} = 0,2505$ (Figura 3E) e intercepto inferior e superior $h_{o(1200)} = -4,2164$ e $h_{1(1200)} = 4,2164$ (Figura 3A); $h_{o(1800)} = -3,1699$ e $h_{1(1800)} = 3,1699$ (Figura 3C) e $h_{o(2400)} = -3,9347$ e $h_{1(2400)} = 3,9347$ (Figura 3E).

Quando a densidade populacional de *E. kraemeri* for menor que o limite crítico inferior de tomada de decisão a probabilidade de não recomendar o controle é de 90% para produtividade de 1200 e 2400 kg/ha (Figura 2B e D) e de 91% para 1800 kg/ha (Figura 2 F), ou seja, existe 10% e 9% de probabilidade de se cometer o erro tipo I, de recomendar o controle quando não é necessário. Neste nível crítico de tomada de decisão, espera-se que esta seja tomada com aproximadamente 33 (1200Kg/ha) (Figura 3B), 29 (1800Kg/ha) (Figura 3D) e 42 (2400Kg/ha) (Figura 3F) unidades amostrais por talhão.

Quando a densidade populacional for maior que o limiar crítico superior de tomada de decisão, existe, independente da produtividade, 90% de probabilidade de se recomendar o controle quando este é necessário, ou seja, o erro tipo II é de 10%. Nessas densidades populacionais, referentes ao limite superior, possivelmente, o número de unidades amostrais necessárias para se decidir pelo controle é de 25 (1200 Kg/ha), 24 (1800 Kg/ha) e 32 (2400 Kg/ha) por talhão (Figura 3B, D e E).

Para facilitar o trabalho de amostragem no campo foram confeccionadas tabelas de amostragem a partir dos dados obtidos na Figura 3, para produções de 1200 Kg/ha (Tabela 4), produções de 1800 Kg/ha (Tabela 5) e para produções de 2400 Kg/ha (Tabela 6).

3.4. DISCUSSÃO

A elevada susceptibilidade do feijoeiro aos adultos de *E. kraemeri*, apresentado na Figura 2, deve-se ao fato das cigarrinhas escaparem das defesas do feijoeiro sugando seiva do xilema e do floema (Foissac et al., 2002). Como o feijoeiro se defende contra insetos pela produção de inibidores de α -amilase (Suzuki et al., 1994 ; Maarten et al., 1998; Silva et al., 2001; Tsuyoshi et al., 2001; Wink & Mohamed, 2003) e inibidores de proteinases (Wieman & Nielsen, 1988; Xavier Filho et al., 1989) e o nitrogênio é transportado via xilema e floema na forma de nitrato (xilema) ou na forma de compostos reduzidos (xilema e floema), raramente encontrando proteínas nesse ambiente (Terra et al., 1996; Foissac et al.; 2002; Peoples & Gifford, 1990) e o amido não é transportado via floema (Cohen & Hendriz, 1994), os adultos de *E. kraemeri* não necessitam produzir proteinases e amilases para digerir seus substratos, pois não fazem parte da sua dieta alimentar (Srivastava & Auclair, 1963; Terra et al., 1996; Cherqui & Tjallingi, 2000; Foissac et al., 2002; Cohen & Hendriz, 1994). Assim, usufruem de um alimento rico em nitrogênio e conseguem escapar de algumas defesas da planta, encontrando condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

A consistência e a precisão do plano de amostragem sequencial são indicadas pela curva da probabilidade de não controle (Feng et al., 1994). Os planos estabelecidos mostraram possuir elevada probabilidade de indicar a necessidade de controle quando este é necessário, e de não controle quando este

não é necessário, mostrando com isso que as decisões tomadas com o seu auxílio são consistentes e precisas (Figura 3B, D e F).

Os limites críticos para tomada de decisão verificados na figura 3A, C e E, 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 a hipótese nula). A segunda é representada pela densidade na qual deve-se tomar uma medida de controle da praga (aceita a hipótese alternativa), ou seja, densidades acima deste limite causam danos econômicos. Já a terceira zona de decisão é representada pelas densidades intermediárias entre as decisões de não controlar e controlar a praga. A amostragem deve continuar quando for verificadas densidades que se encontram entre esses limites. Dessa forma, pode-se concluir com 90% de probabilidade ($\alpha = \beta = 0,10$), de acordo com as tabelas 4, 5 e 6 e Figura 3, que as densidades acumuladas de adultos amostrados através da batida de duas plantas em bandeja plástica, serão classificadas como abaixo ou acima do dano econômico, tomando-se as decisões de parar a amostragem e não controlar a praga, continuar a amostragem ou tomar a decisão de controlar a praga.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrigossi, J.A.F.; Lopes, N.F.; Chandler, L. 1988. Resposta fisiológica do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao forate e suas conseqüências entomológicas. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca. **Revista Ceres**, 35: 341-354.
- Bates, A. B.; Weiss, M.J.; Carlson, R.B. 1991. Sequential sampling plan for denticornis (Thysanopter: Thripidae) on spring barley. **Journal of Economic Entomology**, 84: 1630-1634.
- Boeve, P.J.; Weiss, M.J. 1997. Binomial sequential sampling plans for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in spring wheat. **Journal of Economic Entomology**, 90: 967-975.
- Brower, J.H.; Smith, L.; Vail, P.V.; Flinn, P.W. 1996. Biological control. In: Subramanyam, B.; Hagstrum, D.W. (eds.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: M. Dekker, p.223-286.
- Caetano, W.; Bertoldo, N.; Carlessi, L.R.; Heineck, M.A.; Eick, V.L. 1987. Teste de inseticidas no controle de *E. kraemeri* *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Homoptera, Cicadellidae) na cultura do feijoeiro. **Agronomia Sulriograndense**, 23: 103-108.
- Cherqui, A.; Tjallingi, W.F. 2000. Salivary proteins of aphids, a pilot study on identification, separation and immunolocalisation. **Journal of Insect Physiology**, 46: 1177-186.
- Cohen, A.C.; Hendrix, D.I. 1994. Demonstration and preliminary characterization of α -amylase in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae: Homoptera). **Compare Biochemistry and Physiology**, 4: 593-601.

- CONAB. 2004. Companhia Nacional de Abastecimento. WWW.conab.gov.br.
- Dent, D. 1993. **Insect pest management**. Wallingford: CAB International, 604 p.
- Feng, M.G.; Nowierski, R.M.; Zeng, Z. 1994. Binomial sequential classification sampling plans for Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) management: Robustness varying with tally thresholds os aphids in sample units. **Journal of Economic Entomology**, 87: 1237-1250.
- FGV. 2004. Fundação Getúlio Vargas. **www.fgv.br**.
- FNP. 2004. Feijão. In: **Agrianual: Anuário da agricultura brasileira**. FNP: São Paulo, p.470-478.
- Foissac, X.; Edwards, M.G.; Du J.P.; Gatehouse, A.M.R.; Gatehouse, J.A. 2002. Putative protein digestion in a sap-sucking homopteran plant pest (rice brown plant hopper; *Nilaparvata lugens*: Delphacidae) - identification of trypsin-like and cathepsin B-like proteases. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, 32: 967-978.
- Fowler, G.W.; Lynch, A.M. 1987. Sampling plans in insect pest management based on Wald's sequential probability ratio test. **Environmental Entomology**, 2: 345-354.
- Gonring, A.H.R. 2004. **Sistemas de tomada de decisão para o manejo integrado de *Tuta absoluta* (meyrick) na cultura do tomate**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, para obtenção do título de Doutor, 160p.
- Gusmão, M.R.; Picanço M.C.; Gonring A.H.R.; Moura, M.F. 2000. Seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras do bicho mineiro do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35: 681-686.
- Hagstrum, D.W.; Flinn, P.W. 1996. Integrated pest management. In: Subramanyam, B.; Hagstrum, D.W. (eds.) **Integrated management of insects in stored products**. New York: M. Dekker, p. 399-409.
- Hammond, R.B.; Pedigo, L.P. 1976. Sequential sampling plans for the green cloverworm in Iowa soybeans. **Journal of Economic Entomology**, 69: 181-185.
- Harein, P.K.; Davis, R. 1992. Control of stored-grain insects. In: Sauer, D.B. (ed.). **Storage of cereal grains and their products**. 4.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemistry, p.491-534.
- Higley, L.G.; Pedigo, L.P. 1993. Economic injury level concepts and their use in sustaining environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 46: 233-243.

- Higley, L.G.; Pedigo, L.P. 1997. The Eil Concept. In: Higley, L.G.; Pedigo, L.P. **Economic Thresholds for Integral Pest Management**. Lincoln: University of Nebraska, p.9-21.
- Krebs, C.J. **Ecological Methodology**. 1998. Benjamin/Cummings: Melon Park, 620p.
- Maarten J.C.; Sá, M.F.G. de; Higgins, T.J.V. 1998. Genetic engineering with α -amylase inhibitors makes seeds resistant to bruchids. **Seed Science Research**, 8: 257-263.
- Moraes, G.J. de; Oliveira, C.A.V.; Albuquerque, M.M. de; Salviano, L.M.C.; Possídio, P.L. de. 1980. Efeito da época de infestação de *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 (cigarrinha verde do feijoeiro) (Homoptera: Typhlocibidae) na cultura de *Vigna unguiculata* Walp (feijão macassar). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 9: 67-74.
- Moreno, P.R.; Nakano, O. 2002. Atividade de buprofezin sobre a cigarrinha verde do feijoeiro *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera, Cicadellidae) em condições de laboratório. **Scientia Agricola**, 59: 475-481.
- Moura, M.F. de; Picanço, M.C.; Silva, É.M. da; Guedes, R.N.C.; Pereira, J.L. 2003. Plano de amostragem do biótipo B de *Bemisia tabaci* na cultura do pepino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38: 1357-1363.
- Naranjo, S.E.; Diehl, J.W.; Ellsworth, P.C. 1997. Sampling whiteflies in cotton: validation and analysis of enumerative and binomial plans. **Environmental Entomology**, 26: 777-788.
- Nault, L.R. e Rodrigues, J.G. 1985. **The leafhoppers and Planthoppers**. Entomological Society of America, 421p.
- Nault, B.A.; Kennedy, G.G. 1996. Sequential sampling plans for use in timing insecticide applications for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in potato. **Journal of Economic Entomology**, 89: 1468-1476.
- Onstad, D.W. 1987. Calculation of economic-injury levels and economics thresholds for pest management. **Journal of Economic Entomology**, 80: 297-303.
- Ospina, H.F.O. 1980. **El lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) y su control**. Colômbia: CIAT, 41p.
- Paula, S.V.; Picanço, M.; Vilela, E.F.; Fontes, P.C.R. 1998. Incidência de insetos vetores de fitovírus em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) circundado por faixas de culturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 41: 555-558.
- Pedigo, L. P. 1988. **Entomology and Pest Management**, Macmillan: New York, 646p.

- Pedigo, L. P.; Zeiss, M. R. 1996. **Analyses in Insect Ecology and Management**, Iowa: Iowa State University Press, 168p.
- Pedigo, L.P.; Hutchins, S.H.; Higley, L.G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review of Entomology**, 31: 341-68.
- Peoples, M.B.; Gifford, R.M. 1990. Long-distance transport of carbon and nitrogen from sources to sinks in higher plants. In: Dennis, D.T.; Turpin, D.H. (Eds.), **Plant physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, p. 434-447.
- Pereira, J.L.L.; Oliveira, J.V. de; Barros, R.; Gondin Jr., M.G.C.; Souza, A.C.F. de; Barbosa, F.T. 1993. Controle químico de *E. kraemeri* *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Homoptera: Cicadellidae) em caupi. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 22: 497-503.
- Peters, E.P.; Sterling, W.L. 1975. sequential sampling cotton squares damaged by boll weevils on *Heliothis* spp. in the coastal bend of Texas. **Journal of Economic Entomology**, 68: 543-545.
- Picanço, M.C.; Marquini, F.; Galvan, T.L. 2001. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central., In: Zambolim, L (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivô central e Plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 722p.
- Pizzamiglio, M.A. 1979. Aspectos da biologia de *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Homoptera: Cicadellidae) em *Phaseolus vulgaris* (Linnaeus, 1753) e ocorrência de parasitismo em ovos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 8: 369-372.
- Rapassi, R.M.A.; Sá, M.E. de; Tarsitano, M.A.A.; Carvalho, M.A.C. de; Proença, É.R.; Neves, C.M.T. de C.; Colombo, E.C.M. 2003. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, 62: 397-404.
- Ribeiro, C.A.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez, V.V.H. 1999. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 360p.
- Romano, M.R. 2001. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*nicotiana tabacum* L.) que expressam o gene *lhcb1*2* de ervilha**. Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre, 180p.
- Sauer, D.B.; Meronuck, R.A.; Christensen, C.M. Microflora. 1992. **Storage of cereal grains and their products**. 4.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemistry, p.313-340.

- Silva, C.P.; Terra, W.R.; Sa', M.F.G. de; Samuels, R.I.; Isejima, E.M.; Bifano, T.D. 2001. Induction of digestive α -amylases in larvae of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) in response to ingestion of common bean α -amylase inhibitor 1. **Journal of Insect Physiology**, 47: 1283-1290.
- Srivastava, P.N.; Auclair, J.L. 1963. Characteristics and nature of proteases from the alimentary canal of pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harr.) (Homoptera: Aphididae). **Journal of Insect Physiology**, 9: 469-474.
- Stern, V.M.; Smith, R.F.; Van Den Bosh, R.; Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. **Hilgardia**, 29: 81-101.
- Suzuki, k.; Ishimoto, M.; Kitamura, K. 1994. cDNA sequence and deduced primary structure of an α -amylase inhibitor from a bruchid-resistant wild common bean. **Biochimica et Biophysica Acta**, 2: 289-291.
- Terra, W.R.; Ferreira, C.; Baker, J.E. 1996. Compartmentalization of digestion. In: Lehane, M.J. & Billingsley, P.F. (Eds.), **Biology of the Insect Midgut**. Chapman and Hall, London, p. 206-235.
- Tsuyoshi Yamada, T.; Hattori, K.; Ishimoto, M. 2001. Purification and characterization of two α -amylase inhibitors from seeds of tepary bean (*Phaseolus acutifolius* A.Gray). **Phytochemistry**, 58: 59-6.
- Wald, A. 1945. Sequential test of statistical hypotheses. **Annual of Mathematics Statistics**, 16: 117-186.
- Wald, A. 1947. **Sequential analysis**. New York: John Wiley, 640p.
- Wieman, K.F.; Nielsen, S.S. 1988. Isolation and partial characterization of a major gut proteinase from larval *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: bruchidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, 89: 419-426.
- Wink, M.; Mohamed, G.I.A. 2003. Evolution of chemical defense traits in the Leguminosae: mapping of distribution patterns of secondary metabolites on a molecular phylogeny inferred from nucleotide sequences of the *rbcL* gene. **Biochemical Systematics and Ecology**, 31: 897-917.
- Xavier Filho, J.; Campos, F.A.P.; Ary, M.B.; Silva, C.P.; Carvalho, M.M.M.; Macedo, M.L.R.; Lemos, F.J.A.; Grant, G. 1989. Poor correlation between the levels of proteinase inhibitors found in seeds of different cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*) and the resistance/susceptibility to predation by *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 37: 1139-1143.

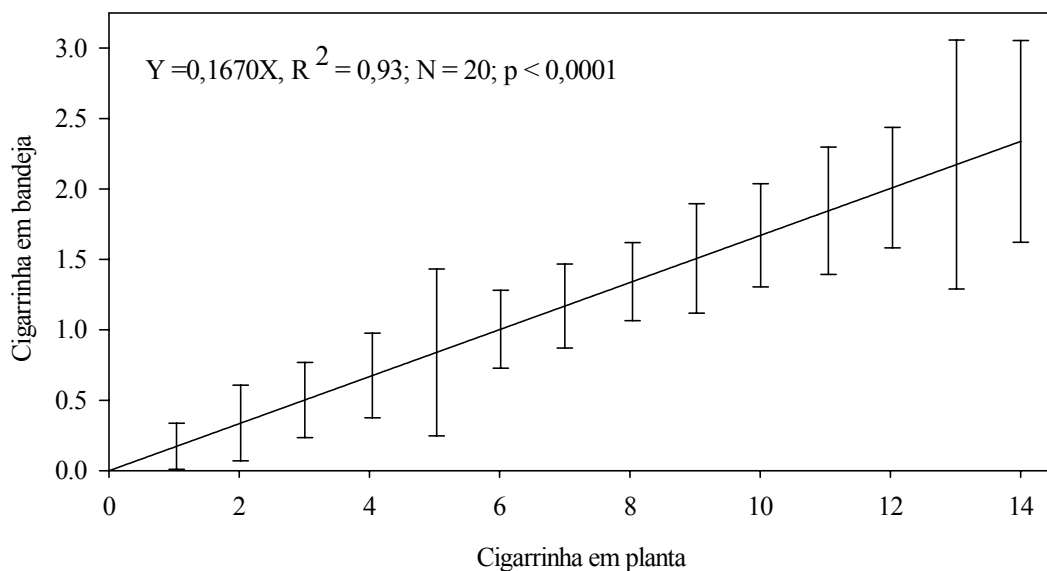


Figura 1. Número de adultos de *Empoasca Kraemeri* amostrados com a batida de duas plantas de feijão em bandeja plástica, em relação ao número de adultos presentes em vasos com duas plantas, Coimbra, MG, 2004.

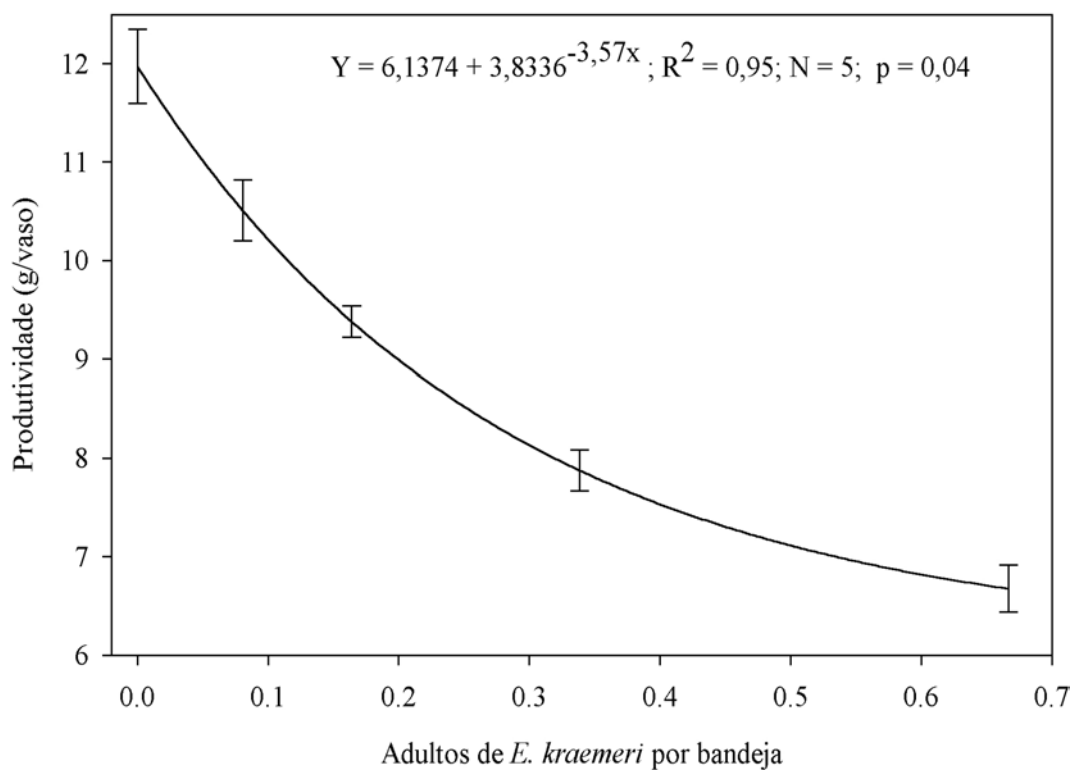


Figura 2. Porcentagem de perdas de produtividade por vaso, duas plantas, em relação ao número de adultos de *Empoasca Kraemeri* amostrados com a batida de duas plantas de feijão em bandeja, Coimbra, MG, 2004.

Tabela 1. Preço médio pago pela saca de feijão de 60Kg das safras de 1995 a 2004, segundo a Conab (2004)

Safra	Preço (R\$/saca de 60Kg)*
1995 / 1996	67,67
1996 / 1997	61,96
1997 / 1998	74,32
1998 / 1999	115,13
1999 / 2000	61,55
2000 / 2001	40,73
2001 / 2002	90,88
2002 / 2003	86,71
2003 / 2004	66,36
2004 / 2005	58,61
Média	72,40

* Média em R\$ deflacionada segundo IGP-DI (FGV).

Tabela 2. Níveis de dano econômico para adultos de *Empoasca kraemeri* amostrados pela batida de planta em bandeja nos níveis de produtividade de 1200 kg/ha, 1800 kg/ha e 2400 kg/ha, Coimbra, MG, 2004

Características	Produtividade		
	Baixa	Média	Alta
Produtividade (Kg/há)	1200,00	1800,00	2400,00
Preço do feijão (R\$/kg)	1,21	1,21	1,21
Valor da produção (R\$/ha)	1448,00	2172,00	2896,00
Inseticida	56,41	56,41	56,41
Mão-de-obra + EPI	7,90	7,90	7,90
Trator 85 HP + Pulv. Barra 18 m	20	20	20
Custo/Aplicação (R\$/ha):	84,31	84,31	84,31
Nº de Aplicações/cultivo	3	3	3
Custo de Controle (R\$/ha/cultivo)	253,93	252,93	252,93
Dano Econômico (adultos / bandeja)	0,48	0,39	0,35

Tabela 3. Estimativa e teste de homogeneidade do parâmetro K da distribuição binomial negativa ($k_{\text{comum}} = 1.038469$) para os dados de densidades de adultos de *Empoasca kraemeri* amostrados pela batida de plantas em bandeja, Coimbra, MG, 2004

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados médios	F _{calculado}
Inclinação 1/ <i>kc</i>	1	674.91	674.91	71.45 *
Intercepto	1	19.46	19.46	2.06 ^{ns}
Resíduo	28	264.47	9.45	-

* Significativo a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

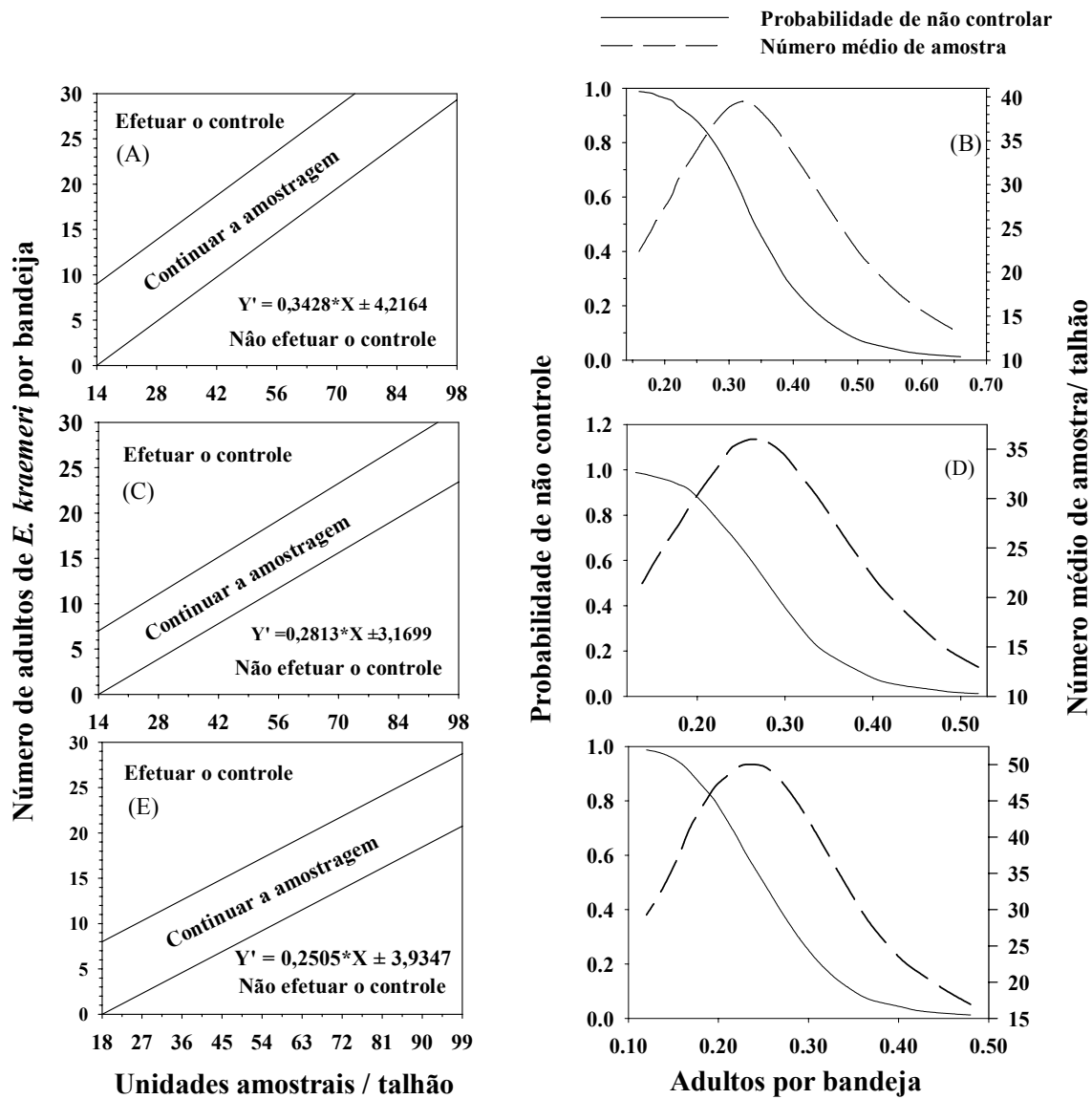


Figura 3. Limites de tomada de decisão de controle (A), (C) e (E), curva de probabilidade de não controle e número médio de amostras, (B), (D) e (F), para seqüencial de contagem adultos de *Empoasca kraemeri* com bandeja plástica, Coimbra, MG, 2004.

Tabela 4. Tabela para a amostragem seqüencial de adultos de *Empoasca kraemeri* para um nível de produtividade esperado de 1200 Kg/ha, amostrados com a batida de plantas em bandeja, Coimbra, MG, 2004

Número De amostras	Decisão	Densidade do limite inferior	Total acumulado	Densidade do limite superior	Decisão
1		-		-	
2		-		-	
3		-		-	
4		-		-	
5		-		-	
6		-		-	
7		-		-	
8		-		-	
9		-		-	
10		-		-	
11		-		-	
12		-		-	
13		-		9	
14		1		9	
15		1		9	
16		1		10	
17		2		10	
18		2		10	
19		2		11	
20		3		11	
21		3		11	
22		3		12	
23		4		12	
24		4		12	
25		4		13	
26		5		13	
27		5		13	
28		5		14	
29		6		14	
30		6		15	
31		6		15	
32		7		15	
33		7		16	
34		7		16	
35		8		16	
36		8		17	
37		8		17	
38		9		17	
39		9		18	
40		9		18	
41		10		18	
42		10		19	
43		11		19	
44		11		19	
45		11		20	
46		11		20	
47		11		21	
48		12		21	
49		12		22	
50		12		22	

Não controlar

Controlar

Tabela 5. Tabela para a amostragem seqüencial de adultos de *Empoasca kraemeri* para um nível de produtividade esperado de 1800 Kg/ha, amostrados com a batida de plantas em bandeja, Coimbra, MG, 2004

Número de amostras	Decisão	Densidade do limite inferior	Total acumulado	Densidade do limite superior	Decisão
1		-		-	
2		-		-	
3		-		-	
4		-		-	
5		-		-	
6		-		-	
7		-		-	
8		-		-	
9		-		-	
10		-		-	
11		-		-	
12		-		7	
13		-		7	
14		1		7	
15		1		7	
16		1		8	
17		2		8	
18		2		8	
19		2		9	
20		2		9	
21		3		9	
22		3		9	
23		3		10	
24		4		10	
25		4		10	
26		4		10	
27		4		11	
28		5		11	
29		5		11	
30		5		12	
31		6		12	
32		6		12	
33		6		12	
34		6		13	
35		7		13	
36		7		13	
37		7		14	
38		8		14	
39		8		14	
40		8		14	
41		8		15	
42		9		15	
43		9		15	
44		9		16	
45		9		16	
46		9		17	
47		10		17	
48		10		17	
49		10		17	
50		10		17	

Não controlar

Controlar

Tabela 6. Tabela para a amostragem seqüencial de adultos de *Empoasca kraemeri* para um nível de produtividade esperado de 2400 Kg/ha, amostrados com a batida de plantas em bandeja, Coimbra, MG, 2004

Número De amostras	Decisão	Densidade do limite inferior	Total acumulado	Densidade do limite superior	Decisão
1		-		-	
2		-		-	
3		-		-	
4		-		-	
5		-		-	
6		-		-	
7		-		-	
8		-		-	
9		-		-	
10		-		-	
11		-		-	
12		-		-	
13		-		-	
14		-		-	
15		-		-	
16		-		8	
17		-		8	
18		1		8	
19		1		9	
20		1		9	
21		1		9	
22		2		9	
23		2		10	
24		2		10	
25		2		10	
26		3		10	
27		3		11	
28		3		11	
29		3		11	
30		4		11	
31		4		12	
32		4		12	
33		4		12	
34		5		12	
35		5		13	
36		5		13	
37		5		13	
38		6		13	
39		6		14	
40		6		14	
41		6		14	
42		7		14	
43		7		15	
44		7		15	
45		7		15	
46		7		16	
47		7		16	
48		8		16	
49		8		16	
50		8		17	

Não controlar

Controlar

CAPÍTULO IV: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Empoasca kraemeri* (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM *Phaseolus vulgaris*

RESUMO - Pouco se conhece sobre o padrão de distribuição espacial de *Empoasca kraemeri*, praga chave do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Dessa forma, esse trabalho teve por objetivo preencher essa carência de informações usando a geoestatística. Para tanto, foram estabelecidos semivariogramas e mapas de densidade populacional para se determinar a existência da dependência espacial entre amostras e seu padrão de distribuição na área amostral. Os resultados mostraram que em densidades inferiores ao nível de dano econômico não existe dependência espacial entre as amostras. Com o incremento nas densidades populacionais, esta dependência entre as amostras, passa a existir, sendo de 3,51 m para o plantio de inverno e 4,50 m para o plantio da seca. Estas distâncias devem ser respeitadas para que a amostragem não sofra influência da distribuição espacial do inseto. Os mapas de densidade populacional mostraram que existe uma tendência da densidade populacional de *E. kraemeri* aumentar com o tempo de cultivo e das áreas periféricas para as áreas centrais, existindo assim, uma variação espacial e temporal.

PALVRAS CHAVE: Geoestatística, krigagem, dependência espacial, cigarrinha verde, feijão.

4.1. INTRODUÇÃO

Em função dos prejuízos econômicos ocasionados aos cultivos de feijão comum a cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae), recebe o status de praga chave nessa cultura (Naut & Rodrigues, 1985; Picanço et al., 2001). Seus adultos comprometem o desenvolvimento e produção da planta ao succionar a seiva e inocular toxinas presentes em sua saliva (Calil et al., 1985; Bulisani et al., 1987; Nault & Rodrigues, 1985; Ecale Zhou & Backus, 1999; Nakano et al., 2002; Pirone et al., 2002). Sua alimentação em tecidos vasculares provoca hipertrofia das células cambiais e colapso das células do floema, prejudicando o transporte de fotoassimilados pelo floema (Hibbs et al., 1964; Nielsen et al., 1990, 1999), comprometendo as taxas fotossintéticas (Womack, 1984), resultando no amarelecimento das folhas bem como na redução da produtividade e qualidade do produto (Raven, 1983; Hower, 1989; Hutchins & Pedigo, 1989; Pirone et al., 2002).

O padrão de distribuição espacial dos insetos resulta da sua interação com o habitat. Dessa forma o conhecimento do padrão de distribuição espacial de um inseto permite concentrar o esforço amostral e de manejo nos locais onde se encontram (Heads & Lawton, 1983; Hassel, 1987; Barrigossi et al., 2001). Esse padrão de distribuição tem sido constantemente determinados através da análise de modelos matemáticos de distribuição de frequência, em que o ajuste a

distribuição Binomial Negativa indica que o inseto tem um padrão agregado de distribuição, o ajuste à distribuição de Poisson indica um padrão aleatório e um ajuste à distribuição Binomial Positiva um padrão uniforme (Elliott, 1983; Krebs, 1989). Entretanto esses modelos matemáticos baseiam-se na relação existente entre a variância e a média desconsiderando o fator espaço. Esta relação é afetada pela distribuição espacial, mas não representa a distribuição no espaço (Binns et al., 2000). Uma melhor opção para se determinar a dependência espacial entre amostras é a adoção da geoestatística (Schotzko & O’Keeffe, 1989; Midgarden et al., 1993; Ellsbury et al., 1998; Wright et al., 2002).

A geoestatística envolve a utilização de métodos de correlação, covariância e funções de semivariância para descrever os padrões espaciais dos indivíduos. São utilizadas informações dos valores e localização das amostras para determinar a correlação entre pontos e direções de amostragem. Desta forma, este método tem a vantagem de determinar o contágio espacial de uma variável em determinada escala e direção. Cada amostra localizada por coordenadas (x,y) é pareada com outras amostras, sendo ordenados pelas distâncias que as separam. A geonálise testa se o valor observado de uma variável para um determinado local é dependente de valores de variáveis de locais vizinhos. Caso exista dependência, a variável exibe autocorrelação espacial (Sokal & Oden, 1978). O semivariograma é uma função utilizada na geoestatística, para a modelagem da dependência espacial em estudos entomológicos (Brenner et al., 1998; Barrigossi et al., 2001). A forma do semivariograma indica a existência da dependência espacial entre amostras e o grau dessa dependência (Barrigossi et al., 2001).

Existindo dependência espacial, sua caracterização será usada para interpolar os valores de pontos não amostrados dentro da área estudada através da krigagem. Este processo de interpolação produz um gride de valores estimados, os quais são usados para quantificar a distribuição total da variável de interesse. Finalmente, os dados interpolados são utilizados para criar isolinhas de mesma densidade, as quais são visualizadas em mapas de contornos bi ou tridimensionais para obtenção da distribuição espacial da variável em estudo (Brenner et al., 1998).

Apesar do conhecimento da distribuição espacial dos adultos de *E. kraemeri* ser importante para a amostragem e manejo de suas populações em cultivos de feijão comum, não existe nenhum relato na literatura neste sentido. No intuito de preencher essa deficiência de informação, este estudo teve por objetivo descrever a variabilidade espacial de adultos de *E. kraemeri* em cultivos de *P. vulgaris* usando a geoestatística.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida em lavouras comerciais de feijão preto comum (*Phaseolu vulgaris* L.) no município de Coimbra, MG., cultivado no espaçamento de 0,5 m entre fileiras e 15 plantas por metro, tendo como tratamentos culturais àqueles rotineiramente empregados pelos agricultores (Borém et al., 1998) e irrigando quando necessário.

Foram monitoradas as densidades de adultos de *E. kraemeri* utilizando como técnica amostral a batida de duas plantas em bandeja plástica branca (35 cm comprimento x 30 cm largura x 5 cm de profundidade) onde foram contados os indivíduos que permaneciam retidos em seu interior (Paula, 1997; Moura et al., 2003). As amostragens foram feitas em intervalos semanais, no cultivo da seca (31/05/2004 a 16/07/2004) e de inverno (10/09/2004 a 29/10/2004).

Os pontos amostrais foram distribuídos no espaço em um grid irregular previamente estabelecido, onde os 451 pontos amostrais foram distribuídos de forma a cobrir toda a área e assegurando que qualquer dependência espacial dos dados fossem conhecidas (Figura 1). Cada ponto amostral foi referenciado no espaço levando em consideração as coordenadas geográficas, conforme metodologia descrita por Barrigossi et al., (2001).

Foram calculados os semivariogramas, utilizando o programa GS +, onde pares de valores de semivariâncias $\gamma(h)$ e a distâncias (h) foram plotados em um gráfico de dispersão, tendo como valores de y , as semivariâncias, e de x , as distâncias. A esses pontos foram ajustados modelo linear, linear com patamar,

exponencial, esférico e gaussiano, avaliando o ajuste dos modelos de acordo com o coeficiente de determinação (R^2) a 5% de significância (Vieira et al., 1983; Farias et al., 2003). Nestes modelos se determinou a distância de h na qual $y(h)$ se estabiliza, e o alcance, representado por A_0 , que é a distância limite de dependência espacial (Silva et al., 1989; Young & Young 1998).

A dependência espacial existentes entre as amostras foi determinada para os dados amostrais coletados nos dias 31/05/2004 (0,22 adultos por bandeja) e 21/06/2004 (0,53 adultos por bandeja) no plantio da seca e para os dados coletados nos dias 24/09/2004 (0,23 adultos por bandeja) e 01/10/2004 (0,91 adultos por bandeja) no plantio de inverno, por apresentarem densidades populacionais próximas do limiar de danos econômico de 0,48, 0,39 e 0,35 adultos por bandeja, previamente determinados, para produtividades de 1200, 1800 e 2400 Kg/ha, respectivamente.

Tendo sido determinada a dependência espacial entre amostras, utilizou-se a metodologia da Krigagem para estimar os valores amostrados e possibilitar a construção dos mapas de densidades populacionais da área amostral (Strother & Steelmam, 2001; Farias et al., 2003). Este processo de criar mapas de distribuição no espaço foi repetido para cada amostragem semanal.

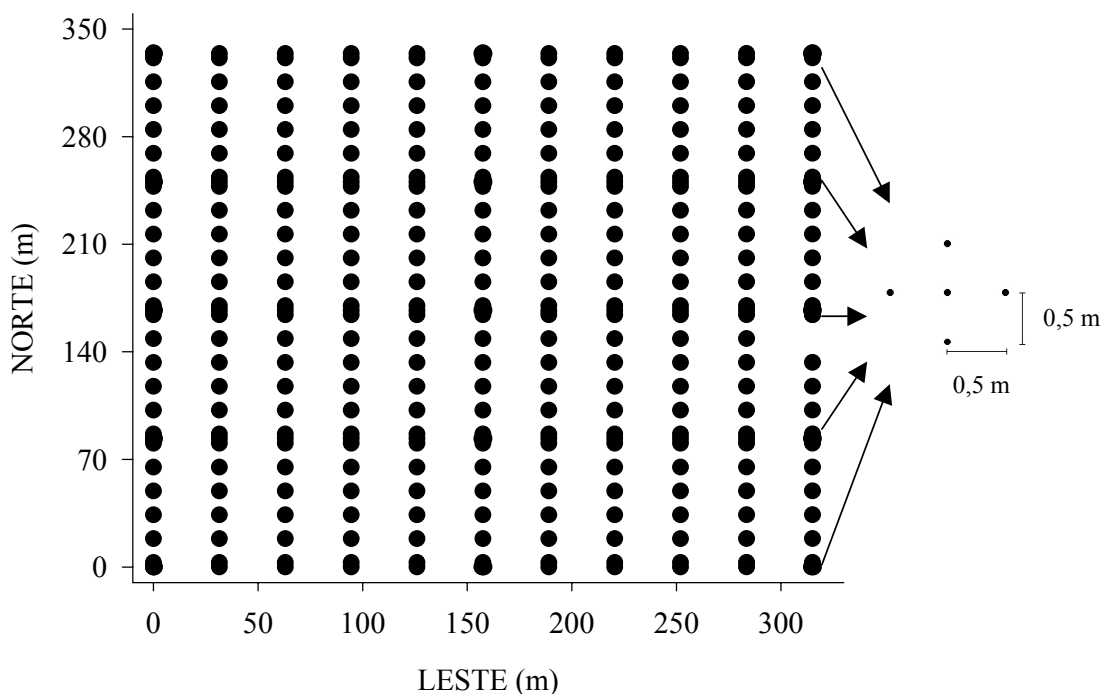


Figura 1. Gride de distribuição dos pontos amostrais de adultos de *Empoasca kraemeri*. Coimbra, MG, 2004.

4.3. RESULTADOS

As maiores densidades populacionais de adultos de *E. kraemeri* foram encontradas no plantio de inverno. Quando essas densidades foram inferiores aos níveis de dano econômico previamente determinados de 0,48, 0,39 e 0,35 adultos por bandeja, observado nos dias 31/05/2004 (0,22 adultos por bandeja), 10/09/2004 (0,07 adultos por bandeja), 17/09/2004 (0,04 adultos por bandeja) e 24/09/2004 (0,23 adultos por bandeja), os dados amostrais se ajustaram melhor ao semivariograma linear. Nas densidades superiores aos níveis de dano econômico, os se ajustaram melhor ao semivariograma linear com patamar (Tabelas 1 e 2).

No plantio de inverno os valores de patamar encontrados no modelo linear com patamar aumentou com a elevação das densidades populacionais encontradas, passando de 4,50 m na densidade de 0,91 cigarrinha por bandeja (01/10/2004) para 6,99 m na densidade de 5,72 cigarrinhas por bandeja (29/10/2004), fato não encontrado no plantio da seca (Tabela 2).

As densidades populacionais mais próximas dos níveis de danos econômicos foram 0,22 (31/05/2004) e 0,53 (21/06/2004) adultos por bandeja para o plantio da seca e 0,23 (24/09/2004) e 0,91 (01/10/2004) adultos por bandeja para o plantio de inverno. Nessas densidades, os dados amostrais apresentaram uma dependência espacial de 3,51 m (21/06/2004) e 4,50 m (01/10/2004) (Figuras 2 e 3).

Os mapas de krigagem mostraram uma tendência da densidade populacional de *E. kraemeri* aumentar com o tempo de cultivo e das áreas periféricas para as áreas centrais, apresentando uma variação espacial e temporal (Figura 4).

4.4. DISCUSSÃO

O ajuste do semivariograma linear aos dados amostrais nas densidades de 0,22 (31/05/2004), 0,07 (10/09/2004), 0,04 (17/09/2004) e 0.23 (24/09/2004) cigarrinhas por bandeja, indica uma inexistência de dependência espacial entre as amostras, ou seja, os adultos de *E. kraemeri*, quando em baixas densidades se distribuem ao acaso (Barrigossi et al., 2001). Este resultado coincide com a distribuição espacial de *Ostrinia nubilalis* estudada por Wright et al., (2002) que observaram que em baixas densidades os valores de semivariância foram constantes para todas as distâncias amostrais, indicando falta de correlação espacial (Harradine, 1949; Ball & Williams, 1968; Isaaks & Srisvastava, 1989).

Nas densidades populacionais, superiores aos níveis de dano econômico, os dados se ajustaram melhor ao semivariograma linear com patamar (Tabelas 1 e 2). A presença do patamar demonstra a existência de dependência espacial entre amostras. Isto pode estar associado à disponibilidade de alimentos e abrigo, pois o inseto tende a se concentrar onde existam esses recursos (Crawley 1983; Barrigossi et al., 2001), ou pode estar associado ao comportamento da espécie, desde que os indivíduos não sejam independentes uns dos outros (Taylor, 1981; Soberon & Loevinsohn, 1987). Alternativamente o patamar pode ainda estar associado à presença de compostos químicos de defesa produzidos pelas plantas que ao afetar a biologia, o desenvolvimento ou a reprodução dos insetos herbívoros, podem alterar sua distribuição no espaço (Karban & Baldwin, 1997;

Pallini et al., 2005). Segundo Barrigossi et al. (2001) uma área onde exista um grande número de hospedeiros, como uma lavoura de feijão, não é de se esperar que a distribuição de alimento interfira na distribuição do inseto, pois não existe carência de alimento. Entretanto com a elevação da densidade populacional de adultos de *E. kraemeri* o padrão de distribuição variou, passando a existir dependência espacial onde não existia. Uma provável causa disto pode ser a elevação da densidade populacional estabelecer competição por alimento ou refúgio, levando a uma mudança de comportamento de distribuição da espécie (Taylor, 1981; Soberon & Loevinsohn, 1987).

As densidades populacionais que mais se aproximaram dos níveis de danos econômicos geraram semivariogramas cujo alcance foi de 3,51 m para o plantio de inverno e 4,50 m para o plantio da seca (Figuras 2 e 3). Como o alcance é a linha divisória para a aplicação da geoestatística ou estatística clássica (Vieira et al., 1983; Silva et al., 1989; Rossi et.al., 1992; Young & Young, 1998; Farias et al., 2003), este deve ser a distância mínima entre amostras a serem respeitadas nas duas épocas de plantio. Ao adotar essa distância amostral, os dados não sofrerão influência da distribuição espacial do inseto (Farias et al., 2003; Rossi et. al., 1992; Young & Young, 1998), podendo-se assim utilizar as metodologias clássicas de amostragem convencional e seqüencial.

Como a diferença existente entre o alcance da dependência espacial do plantio da seca, 3,51 m, e do plantio de inverno, 4,50 m, é de apenas 0,99 m, o uso de um único valor, independente da época de plantio, simplifica sua adoção por parte dos agricultores. Dessa forma, a amostragem de adultos de *E. kraemeri* com bandeja plástica branca deve ser feita respeitando uma distância mínima de pelo menos 4,5 m, por abranger a dependência espacial encontrada nas duas épocas de plantio.

Os mapas de distribuição populacional, apresentados na Figura 4, mostram uma tendência de elevação nas densidades populacionais do início para o fim do ciclo amostral. Tal elevação se deve, possivelmente, à reprodução no cultivo e principalmente à influência de movimentos migratórios, visto que a densidade populacional se eleva da periferia para o centro e existem diversos relatos, mostrando que insetos do gênero *Empoasca* possuem fortes características

migratórias (Pienkowski & Medler, 1964; Taylor & Reling, 1986; Carlson et al., 1992; Taylor et al., 1992; Taylor & Shields, 1995a; Taylor et al., 1995).

Como *E. kraemeri* penetra no plantio pela periferia em direção ao centro (Figura 3), o controle, também poderia começar pela periferia. Neste caso, os mapas de contorno da distribuição permite identificar a localização específica da população que requer controle, podendo com isso favorecer a redução da quantidade do inseticida utilizado (Strother & Steelman, 2001).

O número de adultos capturados durante o plantio da seca variou de 0,22 a 0,85 adultos por bandejas, enquanto no plantio de inverno variou de 0,04 a 5,72 adultos por bandeja (Figura 3). As maiores densidades encontradas no plantio de inverno, possivelmente ocorrem em função de serem plantios sucessivos e de existirem cultivos próximos que foram colhidos nas proximidades do dia 24/09/2004 o que fortalece a hipótese de migração. Este fato foi também relatado por Barrigossi et al., (2001) que estudando a distribuição de massas de ovos do besouro *Epilachna varivestis*, praga de *Phaseolus vulgaris*. Estes autores encontraram explicação para o incremento em sua densidade no fato deste feijão ter sido anteriormente cultivado em áreas adjacentes ao local do ensaio, levando a supor uma existência de migração de adultos para a área experimental.

Os indivíduos tendem a se concentrar em locais onde os recursos disponíveis são favoráveis ao seu desenvolvimento. À medida que os recursos diminuem os insetos tendem a se redistribuir mediante a migração e imigração de indivíduos dentro dos limites de ocupação da população (MacLeod & Donnelly, 1963; Taylor, 1981).

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ball, D.F.; Williams, W.M. 1968. Variability of soil chemical properties in two uncultivated Brown earths. **Journal of Soil Sciences**, 19: 379-391.

Barrigossi, J.A.F; Young, L.J.; Crawford, C.A.G.; Hein, G. L.; Higley, L.G. 2001. Spatial and Probability Distribution of Mexican Bean Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) Egg Mass Populations in Dry Bean. **Environmental Entomology**, 30: 244-253.

Binns, M.R.; Nyrop, J.P.; Werf, W.V.D. 2000. **Sampling and monitoring in crop protection: the theoretical basis for developing practical decision guides**. Cab Internacional, University Press, Crambridge, 281p.

Borém, A.; Vieira, C.; Paula Júnior, T.J. de. 1998. **Feijão - Aspectos Gerais e Cultura no Estado de Minas**. Viçosa: UFV, 596p.

Brenner, R.J., Focks, D.A., Arbogast, R.T., Weaver, D.K., Shuman, D. 1998. Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. **American Entomologist**, 44: 79-101.

Bulisani, E.A.; Almeida, L.D.A. de; Roston, A.J. 1987. A cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo. In: Fundação Cargill (ed.) **Feijão: Fatores de produção e qualidade**. Campinas, p.67-85.

Calil, A.C.P.; Chandler, L.; Galvão, J.D.; Casali, V.W.D.; Nogueira, S.B.N. 1985. Tabela de vida das culturas para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), com ênfase nas pragas e seus danos, em três plantios no período chuvoso. **Revista Ceres**, 32: 196-226.

Carlson, J.D.; Whalon, M.E.; Landis, D.A. 1992. Springtime weather patterns coincident with long-distance migration of potato leafhopper into Michigan. **Agricultural and Forest Meteorology**, 59: 183- 206

Crawley, M. J. 1983. **Herbivory. the dynamics of animal-plant interactions**. University of California Press, Berkeley, 437p.

Ecale Zhou, C. L.; E. A. Backus. 1999. Phloem injury and repair following potato leafhopper feeding on alfalfa stems. **Canadian Journal of Botany**, 77: 537-547.

Elliott JM. 1983. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. 2ed. London: Freshwater Biological Association. 157p.

Ellsberry, M. M.; Woodson, W.D.; Clay, S.A.; Malo, D.; Schumacher, J.; Clay, D.E.; Carlson, C.G. 1998. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm emergence. **Environmental Entomology**. 27: :910-917.

Farias, P.R.S.; Nociti, L.A.S., Barbos, J.C.; Perecin, D. 2003. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 25: 235-241.

Harradine, F.F. 1949. The variability of soil properties in relation to stage of profile development. **Proceedings of the Soil Science Society of America Proceedings** , 14: 302-311.

Hassel MP. 1987. Detecting regulation in a patchly distributed animal populations. **Journal of Animal Ecology**, 56: 705-713.

Heads P.A.; Lawton J.H. 1983. Studies on the natural enemy complex of the holly leaf-miner: The effects of scale on the detection of aggregative responses and its implications for biological control. **Oikos**, 40: 267-276.

Hibbs, E.T.; Dahlman, D.L.; Rice, R.L. 1964. Potato foliage sugar concentration in relation to infestation by the potato leafhopper, *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 57: 517-521.

Hower, A. A. 1989. Potato leafhopper as a plant stress factor on alfalfa. In Armbrust, E.J. e Lamp, W.O. **History and perspectives of potato leafhopper (Homoptera:Cicadellidae) research**. Publications of the Entomological Society of America, 72: 35-39.

Hutchins, S.H.; Pedigo, L.P. 1989. Potato leafhopper induced injury on growth and development of alfalfa. **Crop Science**, 29: 1005-1011.

Isaaks, E.H.; R.M. Srisvastava. 1989. **An introduction to applied geostatistics**. Oxford University Press, 153 p.

Karban, R.; Baldwin, I.T. 1997. **Induce responses to herbivory**. Chicago: The University of Chicago, 317p.

Krebs CJ. 1989. **Ecological methodology**. New York: Harper and Hall, 654p.

MacLeod, J.; Donnelly, J. 1963. Dispersal and interspersal of blowfly populations. **Journal of Animal Ecology**, 1: 1-32.

Midgarden, D.G.; Youngman, R.R.; Fleischer, S.J. 1993. Spatial analysis of counts of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow stick traps in corn: geostatistics and dispersion indices. **Environmental Entomology**, 22: 1124-1133.

Moura, M.F.; Picanço, M.C.; Silva, E.M.; Guedes, R.N.C.; Pereira, J.L. 2003. Plano de amostragem do biótipo B de Bemisia tabaci na cultura do pepino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 12: 1357-1363.

Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Baptista, G.C. de; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramim, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S. 2002. **Entomologia Agrícola**, FEALQ, 920p.

Nault, L.R.; Rodrigues, J.G. 1985. The leafhoppers and Planthoppers. **Entomological Society of America**, 421p.

Nielsen, G.R.; Fuentes, C.; Quebedeux, B.; Wang, Z.; Lamp, W.O. 1999. Alfalfa physiological response to potato leafhopper injury depends on leafhopper and alfalfa developmental stage. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 90: 247-255.

Nielsen, G.R.; Lamp, W.O.; Stutte, G.W. 1990. Potato leafhopper (Homoptera:Cicadellidae)feeding disruption of phloem translocation in alfalfa. **Journal of Economic Entomology**, 83: 807-813.

Pallini, A.; Fadini, M.A.M.; Holtz, A.M.; Vezon, M. 2005. Defesa induzida de plantas como método alternativo de controle de pragas. In: Vezon, M.; Paula Júnior, T.J. de; Pallini, A. (Eds.). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Epamig/CTZM, p 73-88.

Paula, S.V. **Incidência de pragas e reflexos na produção do tomateiro em função da adoção de nível de controle e de faixas circundantes**. Viçosa, MG UFV, 1997. 90p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

Picanço, M.C.; Marquini, F.; Galvan, T.L. 2001. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central., In: Zambolim, L (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivôcentral e Plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 722p.

Pienkowski, R.L.; Medler, J.T. 1964. Synoptic weather conditions associated with long-ranged movement of the potato leafhopper, *Empoasca fabae*, into Wisconsin. **Annals of the Entomological Society of America**, 57: 588-591.

Pirone, C.L.; Alexander, C.L.; Lamp, W.O. 2002. Patterns of Starch Accumulation in Alfalfa Subsequent to Potato Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) Injury. **Environmental Entomology**, 34: 199-204.

Raven, J. A. 1983. Phytophages of xylem and phloem: a comparison of animal and plant feeders. **Advances in Ecological Research**, 13: 135-234.

Rossi, R.E.; Mulla, D.J.; Journel, A.G.; Franz, E.H. 1992. Geostatistical tools for modelling and interpreting ecological spatial dependence. **Ecological Monographs**, 62: 277-314.

Schotzko, D.J.; O’Keeffe, L.E. 1989. Geostatistical de-scription of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. **Journal of Economic Entomology**, 82: 1277-1288.

Silva, A.P. da.; Libardi, P.L.; Vieira, S.R. 1989. Variabilidade espacial da resistência à penetração de um latossolo vermelho-escuro ao longo de uma transeção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1: 1-5.

Soberon, J.M.; Loevinsohn. 1987. Patterns of variation in the number of animal populations and the biological foundations of Taylor’s law of the mean. **Oikos**, 2: 249-252.

Sokal, R.R.; Odeon, N.L. 1978. Spatial autocorrelation in biology. 1. Methodology. **Biological Journal of the Linnean Society**, 10: 199-228.

Strother, K.; Steelman, C.D. 2001. Spatial Analysis of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Broiler Production Facilities. **Environmental Entomology**, 3: 556-561.

Taylor, P.S.; Hayes, J.L.; Shields, E.J. 1992. Demonstration of pine feeding by *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae) using an elemental marker. **Journal of the Kansas Entomological Society**, 66: 250-252.

Taylor, P.S.; Shields, E.J. 1995a. Phenology of *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae). **Environmental Entomology**, 24: 1096–1108.

Taylor, P.S.; Shields, E.J.; Tauber, M.J.; Tauber, C.A. 1995b. Induction of reproductive diapause in *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae) and its implications regarding southward migration. **Environmental Entomology**, 24: 1086-1095.

Taylor, R.A.J. 1981. The behavioral basis of redistribution I. the Δ -model concept. **Journal of Animal Ecology**, 4: 573-586.

Taylor, R.A.J.; Reling, D. 1986. Preferred wind direction of long-distance leafhopper (*Empoasca fabae*) migrants and its relevance to the return migration of small insects. **Journal of Animal Ecology**, 55: 1103-1114.

Vieira, S.R.; Hatfield, J.L.; Nielsen, D.R.; Biggar, J.W. 1983. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, 1: 1-75.

Womack, C.L. 1984. Reduction in photosynthetic and transpiration rates of alfalfa caused by the potato leafhopper (Homoptera:Cicadellidae) infestations. **Journal of Economic Entomology**, 77: 508-513.

Wright, R.J.; Devries, T.A.; Young, L.J.; Jarvi, K.J.; Seymour, R.C. 2002. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of european corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology**, 31: 160-167

Young, L.; Young, J. 1998. **Statistical ecology: a population perspective**. Kluwer, 438p.

Tabela 1. Semivariograma, média \pm erro padrão para adultos de *Empoasca kraemeri* amostrados no plantio da seca pela batida de plantas em bandeja plástica, Coimbra, MG, 2004

Data	Densidade \pm EP	Modelo	Alcance (m)	R ²
31/05/2004	0,22 \pm 0,02	Esférico	3,64	0,167
		Exponencial	1,41	0,220
		Linear	27,68	0,447
		Linear com Patamar	2,95	0,167
		Gausiano	1,82	0,167
07/06/2004	0,55 \pm 0,05	Esférico	*	*
		Exponencial	*	*
		Linear	37,44	0,069
		Linear com Patamar	3,25	0,428
		Gausiano	*	*
14/06/2004	0,55 \pm 0,05	Esférico	*	*
		Exponencial	*	*
		Linear	*	*
		Linear com Patamar	3,65	0,704
		Gausiano	*	*
21/06/2004	0,53 \pm 0,05	Esférico	3,70	0,059
		Exponencial	1,05	0,043
		Linear	27,67	0,295
		Linear com Patamar	3,51	0,680
		Gausiano	*	*
28/06/2004	0,60 \pm 0,04	Esférico	3,93	0,062
		Exponencial	1,14	0,042
		Linear	27,67	0,293
		Linear com Patamar	2,18	0,670
		Gausiano	2,05	0,061
07/07/2004	0,85 \pm 0,06	Esférico	7,10	0,048
		Exponencial	7,12	0,473
		Linear	27,67	0,295
		Linear com Patamar	2,22	0,680
		Gausiano	2,05	0,061
16/07/2004	0,64 \pm 0,06	Esférico	12,40	0,571
		Exponencial	10,80	0,562
		Linear	47,53	0,216
		Linear com Patamar	2,65	0,600
		Gausiano	10,56	0,570

* ausência de ajuste.

Tabela 2. Semivariograma, média \pm erro padrão para adultos de *Empoasca kraemeri* amostrados no plantio de inverno pela batida de plantas em bandeja plástica, Coimbra, MG, 2004

Data	Densidade \pm EP	Modelo	Alcance (m)	R ²
10/09/2004	0,07 \pm 0,01	Esférico	*	*
		Exponencial	*	*
		Linear	47,53	0,329
		Linear com Patamar	*	*
		Gaussiano	*	*
17/09/2004	0,04 \pm 0,01	Esférico	*	*
		Exponencial	*	*
		Linear	47,53	0,248
		Linear com Patamar	*	*
		Gaussiano	*	*
24/09/2004	0,23 \pm 0,03	Esférico	7,60	0,229
		Exponencial	3,30	0,219
		Linear	47,53	0,230
		Linear com Patamar	4,8	0,219
		Gaussiano	5,71	0,226
01/10/2004	0,91 \pm 0,09	Esférico	7,6	0,239
		Exponencial	3,30	0,319
		Linear	*	*
		Linear com Patamar	4,50	0,618
		Gaussiano	5,40	0,216
08/10/2004	1,17 \pm 0,10	Esférico	4,20	0,083
		Exponencial	2,00	0,120
		Linear	47,53	0,053
		Linear com Patamar	5,12	0,647
		Gaussiano	3,63	0,083
22/10/2004	2,02 \pm 0,13	Esférico	5,60	0,214
		Exponencial	3,00	0,239
		Linear	47,53	0,98
		Linear com Patamar	5,24	0,710
		Gaussiano	4,53	0,195
29/10/2004	5,72 \pm 0,38	Esférico	4,34	0,098
		Exponencial	1,29	0,066
		Linear	36,76	0,106
		Linear com Patamar	6,99	0,770
		Gaussiano	2,20	0,097

* ausência de ajuste.

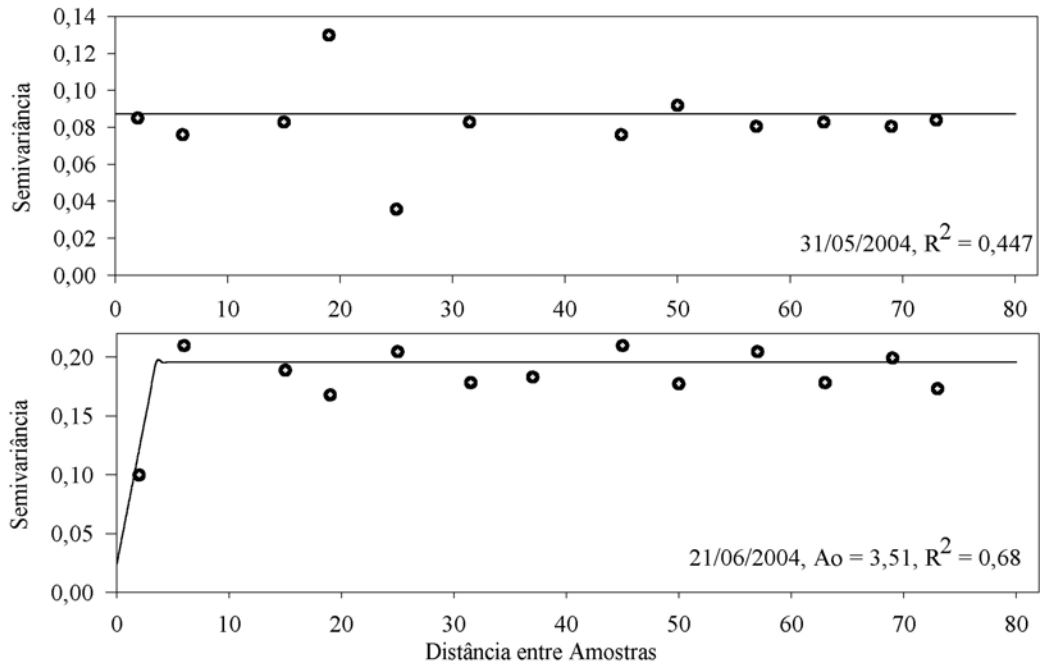


Figura 2. Semivariograma para adultos de *E. kraemeri* nas densidades de 0,22 (31/05/2004) e 0,53 (21/06/2004) cigarrinhas por bandeja plástica, Coimbra, MG, 2004.

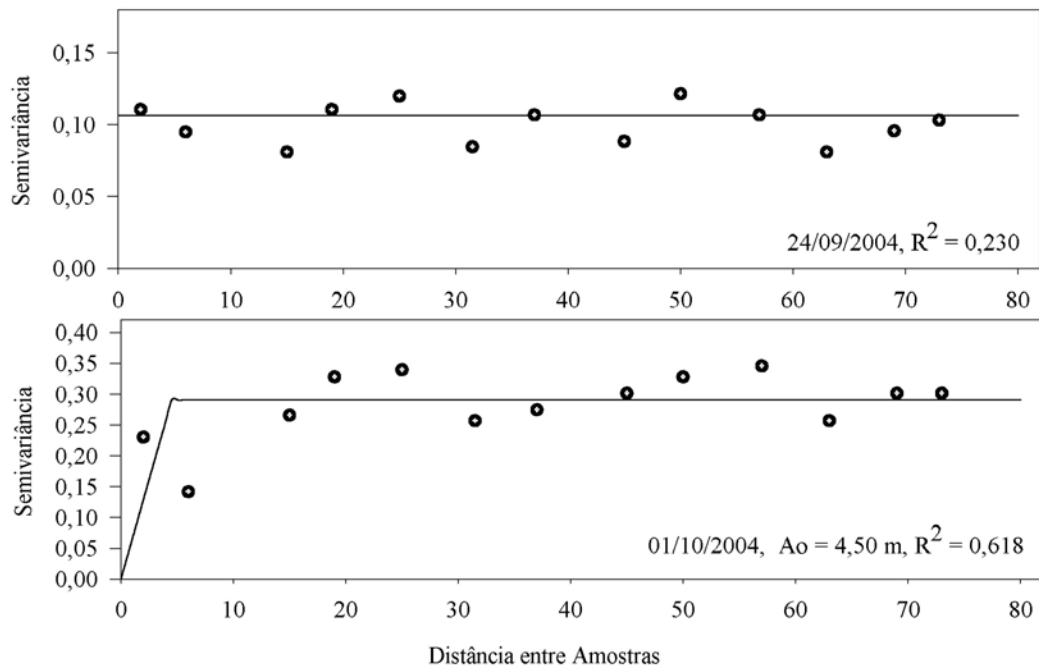
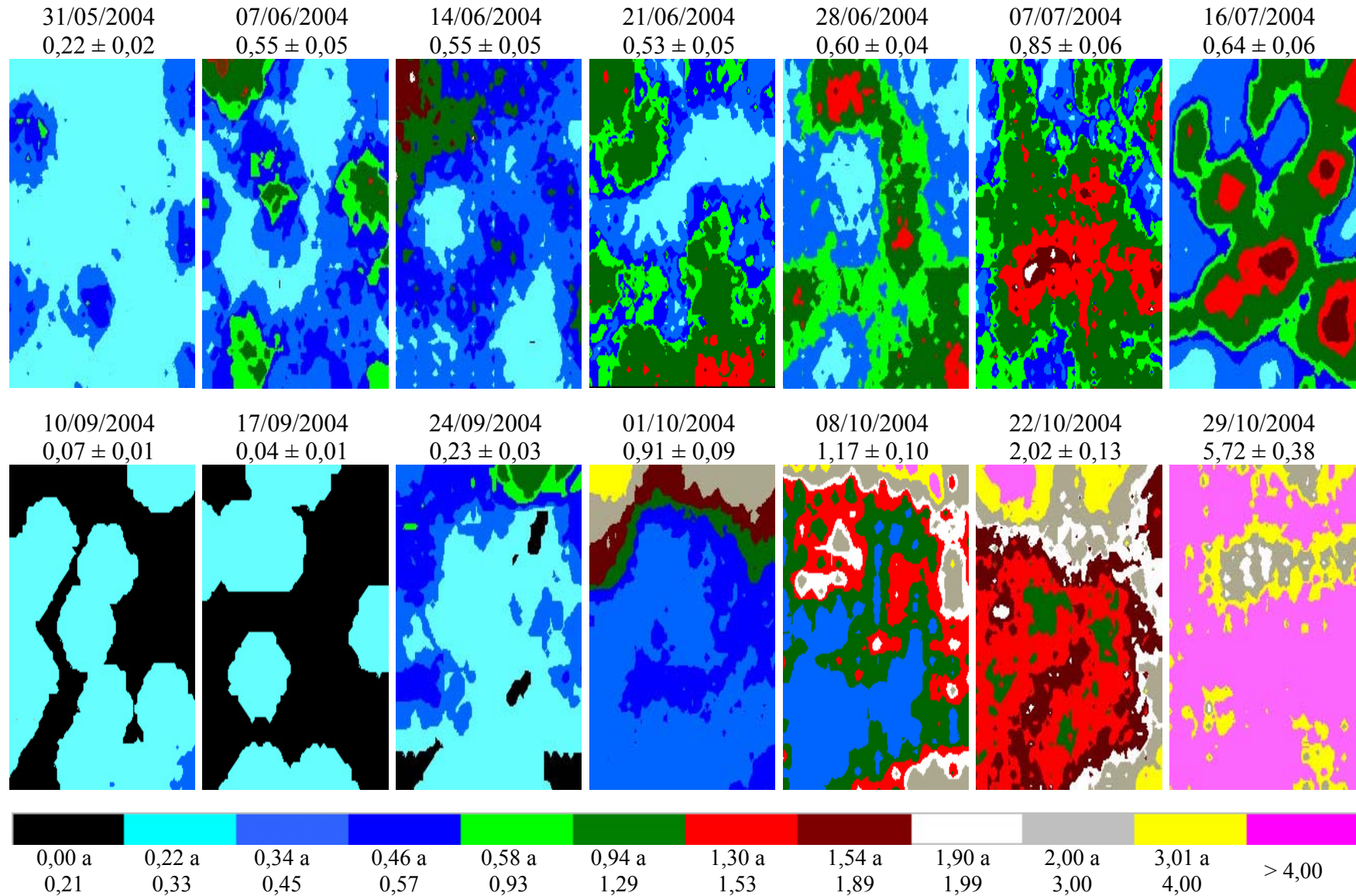


Figura 3. Semivariograma para adultos de *E. kraemeri* nas densidades de 0,23 (24/09/2004) e 0,91 (01/10/2004) cigarrinhas por bandeja plástica, Coimbra, MG, 2004.

Figura 4. Mapas de distribuição espacial de adultos, média \pm erro padrão, de *Empoasca kraemeri* amostrados semanalmente com a batida de plantas em bandeja plástica durante o período de 31/05/2004 a 16/07/2004, plantio da seca e 10/09/2004 a 29/10/2004, plantio de inverno, Coimbra. MG



CONCLUSÃO GERAL

A incidência de 4 adultos de *Empoasca kraemeri* por planta reduz a produtividade do feijoeiro comum em 44%. A amostragem de *E. kraemeri* deve ser feita batendo-se duas plantas em bandeja plástica (35 cm comprimento x 30 cm largura x 5 cm de profundidade) em 63 pontos para amostragem de adultos, e 118 pontos para amostragem de ninfas, no plano de amostragem convencional. Os planos de amostragem seqüenciais economizam 57% do tempo e custo de amostragem em relação ao plano convencional. Seu controle deve ser implementado quando a população de *E. kraemeri* atingir a densidade populacional de 0,48, 0,39 e 0,35 adultos por bandeja, por ser capaz de ocasionar dano econômico em plantios com produtividade esperadas de 1200, 1800 e 2400 Kg/ha de feijão respectivamente. No plantio de inverno as densidades populacionais são maiores do que no plantio da seca. Em densidades inferiores ao nível de dano econômico, a população de *E. kraemeri* apresenta distribuição espacial aleatória. Já em densidades superiores ao nível de dano econômico, sua população apresenta distribuição agregada com dependência espacial de até 4,5 m, independente da época de plantio, sendo esta a distância mínima entre amostras a ser respeitada.