

**EMERSON CRISTI DE BARROS**

**IMPACTO E FATORES DETERMINANTES DE PRAGAS EM *Phaseolus vulgaris***

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

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2010**

**EMERSON CRISTI DE BARROS**

**IMPACTO E FATORES DETERMINANTES DE PRAGAS EM *Phaseolus vulgaris***

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

**APROVADA:** 16 de fevereiro de 2010.

---

Prof. João Carlos Cardoso Galvão  
(Coorientador)

---

Prof. Flávio Lemes Fernandes

---

Dr. João Alfredo Marinho Ferreira

---

Prof. Renato de Almeida Sarmiento

---

Prof. Marcelo Coutinho Picanço  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Entomologia e Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação.

A CAPES, pelo apoio financeiro, possibilitando a realização deste trabalho.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pela orientação, e participação na minha formação profissional, acadêmica e pessoal. Meus agradecimentos também a sua família pelo agradável convívio.

Aos professores Antonio Alberto da Silva, Leandro Bacci, João Carlos Cardoso Galvão e Raul Narciso Guedes pela amizade e pela orientação.

Aos meus pais Antonio de Barros e Imaculada Conceição Gomes de Barros, pela compreensão, dedicação e pelo carinho.

Aos amigos do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Adriano, Aelton, Amanda, Ariel, Dalton, Darley, Elisângela, Eliseu, Ézio, Flávio, Fernanda, Gerson, Henrique, Jander, Jardel, Jorgiane, Júlio, Luma, Maria Elisa, Mateus Campos, Matheus Chediak, Mayara, Nilson, Pablo, Paulo, Renan, Renata, Ricardo, Rogério, Rômulo, Silvério, Shaiene, Suelen, Suzana, Tarcísio e Vânia, pelo convívio agradável, companherismo e auxílio na condução dos experimentos.

Aos funcionários José Evaristo Lopes, e todos os funcionários da Estação Experimental de Coimbra pela ajuda na condução dos experimentos e pelos momentos de descontração.

Aos amigos do Laboratório de Toxicologia, do Laboratório de Acarologia: Alberto, Erick, Felipe, Hudson e Ronnie pela amizade e convívio agradável.

Aos participantes da banca examinadora de defesa de tese e de qualificação pelas críticas e sugestões.

Ao coordenador do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, o professor Claudio Horst Bruckner, pela competência na execução de seu árduo trabalho.

Às secretárias da Fitotecnia e Entomologia, Mara, Tatiane, Paula e Miriam, pela competência e dedicação ao trabalho.

## **BIOGRAFIA**

EMERSON CRISTI DE BARROS, filho de Antônio de Barros e Imaculada Conceição Gomes de Barros, nasceu em 17 de janeiro de 1978, em Viçosa, MG.

Concluiu a graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, MG, em julho de 2004. Durante a graduação, foi estagiário no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do DBA/UFV sob orientação dos Profs. Marcelo Coutinho Picanço, onde desenvolveu vários trabalhos com manejo integrado de pragas de hortaliças, grandes culturas, fruteiras; e impacto de inseticidas e sistemas de cultivo. Nesse período de graduação foi bolsista de Iniciação Científica da EMBRAPA por dois anos consecutivos. Em agosto de 2006, tornou-se mestre em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Nesse mesmo mês, iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, nessa mesma universidade, submetendo-se à defesa de tese em de 2010, sendo ambos os títulos financiados pelo CAPES.

## ÍNDICE

|  | Página |
|--|--------|
| <b>RESUMO.....</b>   | v      |
| <b>ABSTRACT.....</b>   | viii   |
| <b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>   | 1      |
| <b>LITERATURA CITADA.....</b>  | 13     |
| <b>CAPÍTULO I FATORES CHAVE DE PERDAS NOS<br/>COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE <i>Phaseolus vulgaris</i>..</b> | 19     |
| Resumo.....  | 19     |
| Abstract.....  |        |
| Introdução.....  | 21     |
| Material e métodos.....  | 24     |
| Resultados.....  | 29     |
| Discussão.....   | 39     |
| Conclusões.....  |        |
| Literatura citada.....   | 43     |
| <b>CAPÍTULO II FATORES DETERMINANTES DO ATAQUE DE<br/>PRAGAS AO FEIJOEIRO.....</b>                       | 47     |
| Resumo.....  | 47     |
| Abstract.....  |        |
| Introdução.....  | 49     |
| Material e métodos.....  | 52     |
| Resultados.....  | 55     |
| Discussão.....   | 70     |
| Conclusões.....  |        |
| Literatura citada.....   | 76     |
| <b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>  | 83     |

## RESUMO

BARROS, Emerson Cristi de, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Impacto e fatores determinantes de pragas em *Phaseolus vulgaris***. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Coorientadores: Antônio Alberto da Silva, Leandro Bacci e João Carlos Cardoso Galvão.

Os objetivos deste trabalho foram determinar os componentes críticos e os fatores chave de perdas na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) e identificar os fatores que determinam o ataque de pragas a esta cultura. Para tanto, foram realizados cultivos de feijão nas épocas de primavera-verão, verão-outono e inverno-primavera em plantio direto e convencional nos anos agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007 em Coimbra, MG. Durante os cultivos monitoraram-se as perdas nos componentes de produção do feijoeiro e as densidades de insetos praga, de inimigos naturais e de artrópodes detritívoros. Os componentes críticos de perdas foram as flores, vagens e óvulos. Os fatores chave de perdas foram o abortamento de flores e a má formação de vagens e óvulos. As perdas por abortamento de flores estiveram associadas ao ataque de *Bemisia tabaci*, *Caliothrips phaseoli*, *Empoasca kraemeri* e *Frankliniella occidentalis*. As perdas por má formação das vagens estiveram

associadas ao ataque *B. tabaci*, *Cerotoma arcuatus* e *Diabrotica speciosa*. Já as perdas por má formação de óvulos estiveram associadas ao ataque de *Thrips tabaci*. Os fatores determinantes do ataque de insetos praga ao feijoeiro foram as épocas de cultivo, sistemas de plantio, os elementos climáticos, o estágio fenológico das plantas e os inimigos naturais. Os elementos climáticos que influenciaram a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro foram as chuvas, a temperatura do ar e o fotoperíodo. Os inimigos naturais, cujas densidades estiveram associadas a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro, foram o parasitóide *Encarsia* sp., os predadores aranhas, *Calosoma* sp., formigas, *Geocoris* sp., *Nabis* sp. e *Orius incidiosus*. Os insetos detritívoros *Collembolla* influenciaram positivamente as populações de aranhas, formigas e *Calosoma* sp.

## ABSTRACT

BARROS, Emerson Cristi de, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Impact and determinants factors of pests attack in *Phaseolus vulgaris***. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço. Co-advisers: Antônio Alberto da Silva, Leandro Bacci and João Carlos Cardoso Galvão.

The aim of this work were to determine the critical yield components and key factors of yield losses on common bean (*Phaseolus vulgaris*) and identify the factors that determine pest attack in this culture. The bean crops was cultivated in three growing seasons, the spring-summer, summer-autumn and winter-spring arranged in two planting system, no-tillage and conventional. The experiment was carried out at the experimental field of UFV located in Coimbra, MG over 2005/2006 and 2006/2007. Losses in yield components and densities of insect pests, natural enemies and detritivores were monitored during experimental period. The critical components of losses were flowers, pods and ovules. The key factors was incomplete formation of pods, flower and ovule abortion. The flower abortion was associated with the pest attacks of *Bemisia tabaci*, *Caliothrips phaseoli*, *Empoasca kraemeri* and *Frankliniella occidentalis*. The incomplete formation of pods was correlated with the pest densities of *B.*

*tabaci*, *Ceratomyza arcuatus* and *Diabrotica speciosa*. . The period of highest attack of *Thrips tabaci* was associated with ovule abortion. The growing seasons, planting system, climatic elements, developmental stage of plants and natural enemies were determinants factors of pest attacks. The climatic elements rainfall, temperature and photoperiod influenced the seasonality and pests densities. The natural enemies, whose densities were associated with the densities of pests were *Encarsia* sp., spiders, *Calosoma* sp., Ants, *Nabis* sp. and *Orius incidiosus*. Collembolla positively influenced the populations of spiders, ants and *Calosoma* sp.

## INTRODUÇÃO GERAL

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em mais de 100 países, com área plantada de 28 milhões de hectares, produção de 20,4 milhões de toneladas e produtividade de 729 kg ha<sup>-1</sup> (FAO 2008). Aproximadamente 60% da produção mundial está localizada no Brasil, Índia, China, Myanmar, México, Estados Unidos e Uganda. O Brasil é o maior produtor, a área plantada no país é de 4,1 milhões de hectares com produção anual de 3,6 milhões de toneladas e produtividade de 850 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE 2009).

A cultura do feijão tem grande importância social, pois gera renda para a agricultura familiar e contribui para a fixação do homem no campo (Yokoyama 2002). Os pequenos produtores são responsáveis por 67% da produção brasileira (Conab 2009) e o feijoeiro exerce papel importante na alimentação humana no país por ser rico em proteínas, com teores variando de 22,3 a 36,2% (Gomes Jr. et. al. 2005).

O feijoeiro é plantado em três épocas: "época das águas" ou primavera-verão, "época da seca" ou verão-outono e inverno-primavera ou inverno. No cultivo de primavera-verão a semeadura ocorre de outubro-novembro e o maior problema da cultura nesta época é o risco de ocorrência de chuvas na colheita. Nos cultivos de verão-outono e de inverno-primavera a semeadura ocorre de fevereiro a março e de julho a agosto, respectivamente (Vieira & Vieira 1995) e

o maior problema da cultura é o estresse hídrico nas fases fenológicas de maior exigência de água como a de floração, formação de vagens e enchimento de grãos (Meireles et al. 2003).

O feijoeiro pode ser cultivado tanto no sistema convencional como em plantio direto. Até a década de 1980, predominou no Brasil o sistema de preparo convencional (Albuquerque et al. 1995). Atualmente, o plantio direto tem-se destacado por ser uma prática de conservação dos solos (Fernandes 1997, Quintela 2001). No sistema convencional, a semeadura é realizada após aração e gradagem da área. O revolvimento do solo causa degradação e perda de suas condições físicas. Por outro lado, no plantio direto, a semeadura é realizada no sulco do plantio sob manejo de resíduos vegetais. Esse sistema está associado à baixa mobilização do solo, adição de adubos e corretivos na camada superficial, bem como à manutenção dos resíduos culturais na superfície, promovendo o acúmulo de matéria orgânica (Campos et al. 1995, Bayer & Mielniczuk 1997, Franchini et al. 2000). Além disso, esse sistema tem reduzido a degradação e perdas de fertilidade do solo (Carpenedo & Mielniczuk 1990, Debarba & Amado 1997), com menor perda de água por evaporação (Salton & Mielniczuk 1995).

Entre os principais problemas fitossanitários no cultivo do feijoeiro, está o ataque de pragas (Moura 2005). Essas espécies de pragas podem ser agrupadas em guildas de acordo com o seu hábito alimentar em insetos sugadores de seiva, os desfolhadores e os que se alimentam do conteúdo celular. As principais espécies praga sugadoras de seiva são a cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore) (Hemiptera: Cicadellidae) e a mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Nault & Rodrigues 1985, Picanço et al. 2001). As principais pragas desfolhadoras são as

vaquinhas *Cerotoma arcuatus* (Oliver) e *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) (Cardona et al. 1982, Ventura et al. 2001). Já os principais sugadores de células são os tripses *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) e *Thrips tabaci* (Lind.) (Thysanoptera: Thripidae) (Picanço et al. 2001).

Os adultos e ninfas de *E. kraemeri* sugam a seiva e injetam toxinas no sistema vascular da planta. Fato que causa desorganização e granulação das células e obstrução dos vasos condutores de seiva (Ospina 1980, Nielsen et al. 1999, Moura 2005, Moura et al. 2007), o que faz com que as folhas fiquem retorcidas e amarelas (Nakano et al. 2002, Pirone et al. 2002). Este ataque reduz o crescimento das plantas e pode causar perdas de até 40% na produtividade da cultura (Pirone et al. 2002, Moura 2005, Moura et al. 2007). *E. kraemeri*, durante seu desenvolvimento, passa pelas fases de ovo, ninfa e adulto. Os adultos têm coloração verde, 3 mm de comprimento e vivem cerca de 38 dias. A fêmea oviposita cerca de 123 ovos endofiticamente ao longo das nervuras foliares. Os períodos de pré-oviposição e de incubação dos ovos são três e sete dias, respectivamente. Os ovos são esverdeados e possuem 0,7 mm de comprimento por 0,3 mm de largura. As ninfas são verde-claras, possuem de 3 a 5 mm de comprimento e se movimentam lateralmente. A fase ninfal dura cerca de oito dias e, durante este estágio, o inseto passa por cinco instares (Leite Filho & Ramalho 1979).

Os adultos e ninfas da mosca branca *B. tabaci* podem causar 100% de perdas na produtividade do feijoeiro devido a sucção da seiva, introdução de toxinas no sistema vascular das plantas e transmissão do vírus do mosaico dourado (VMDF) (Faria et al. 1994, Jesus et al. 2009). Os adultos da mosca branca podem ser encontrados até 7 km do foco de infestação e, geralmente,

voam a cerca de 3 a 4 m de altura. As fêmeas possuem 0,9 mm de comprimento, enquanto que os machos 0,8 mm. Dependendo da planta hospedeira, uma fêmea pode ovipositar, na face abaxial da folha, entre 30 a 400 ovos. Os ovos ficam presos por um pedúnculo curto, apresentam coloração amarela, formato de pêra e medem de 0,2 a 0,3 mm. O período de incubação dos ovos varia de 5 a 7 dias. Dos ovos, eclodem as ninfas de 1º instar que são translúcidas, medem 0,3 mm de comprimento e locomovem-se na folha por algumas horas. Durante este tempo, as ninfas de mosca branca examinam o tecido vegetal, escolhendo o local mais adequado para sua fixação. As ninfas de 2º e 3º instar são sésseis e translúcidas, medem em torno de 0,4 e 0,5 mm e possuem formato oval ou oval-alongado. As ninfas de 4º instar são inicialmente achatadas e translúcidas e posteriormente tornam-se opacas e cerosas, medindo 0,6 mm de comprimento. O último estágio do 4º instar, também chamado de “Pupa”, apresenta ocelos (olhos) e pigmentação amarelo-esbranquiçada do adulto. A duração dessa fase é de 4 a 8 dias e os insetos não se alimentam. A duração da fase de ovo à fase adulta é, em média, de 20-26 dias, podendo variar com as condições climáticas (Martin 1999).

Os danos causados pelas vaquinhas *C. arcuatus* e *D. speciosa* ao feijoeiro são devido ao ataque de suas larvas e de seus adultos. As larvas alimentam-se das raízes e nódulos nitrificadores (Cardona et al. 1982, Teixeira et al. 1996), diminuindo o estande de plantas e limitando a fixação do nitrogênio atmosférico (Layton & Boethel 1987). Em altas infestações, causam danos às sementes, diminuindo a emergência das plântulas (Nava et al. 2003). Já na fase adulta, essas pragas atacam a parte aérea, consumindo cotilédones, folhas e órgãos reprodutivos. Além disso, tanto as larvas como os adultos, ao se alimentarem, podem transmitir microorganismos fitopatogênicos, como os

fungos do gênero *Fusarium* e vírus do mosaico severo do caupi (Salas et al. 1999, Nava 2003). Os adultos destes besouros medem de 5 a 6 mm de comprimento, alimentam de folhas novas e vivem em torno de 50 dias. Cada fêmea de *D. speciosa* pode produzir mais de 2000 ovos, enquanto que *C. arcuatus* chega a produzir acima de 400 ovos. A oviposição é feita no solo próximo à base das plantas. Seus ovos são brancos hialinos, bem pequenos e demoram 5-6 dias para eclodirem. As larvas são brancas, passam por três instares e podem alcançar até 10 mm de comprimento durante todo o período larval de 10-11 dias. A fase de pupa ocorre no solo e dura em torno de 13-15 dias. A duração média do período larva-adulto é em torno de 30 dias (Bitencourt 2008).

Os danos provocados pelos tripses ao feijoeiro são decorrentes do ataque das ninfas e dos adultos às folhas, flores e vagens. Nos órgãos atacados, surgem pontos necrosados resultantes da entrada de ar nos tecidos nos quais os tripses se alimentaram (Abate et al. 1996, Hoddle et al. 2006). Ataques severos deste grupo de pragas causam secamento das folhas, atrofiamento e queda prematura de brotos foliares, botões florais e vagens (Jiménez et al. 2000, Suris & Plana 2001, Cardona et al. 2009). Os adultos de tripses são insetos pequenos (1 mm de comprimento), corpo alongado, com coloração amarelo-claro a preto e asas franjadas típicas. As fêmeas vivem 12 a 17 dias e põe em média cerca de trinta ovos, após um período de alimentação de alguns dias. Os ovos são brancos, possuem a forma elíptica, são ovipostos em tecidos tenros da planta como folhas e flores e após quatro dias eclodem as ninfas. As ninfas são mais claras que os adultos, medem 1 mm de comprimento, não possuem asas e passam por dois estádios ninfais. Ao fim de 10 a 14 dias, as ninfas caem no solo e enterram-se a poucos centímetros de profundidade,

passando por dois estádios de desenvolvimento: pré-pupa (2 dias) e de pupa (4 a 7 dias) sem se alimentar. Ocasionalmente, os tripses podem empupar na parte aérea da planta. O ciclo de vida pode estar completo em 10 a 20 dias, podendo variar com as condições climáticas. Altas temperaturas e poucas chuvas são fatores que favorecem o aumento populacional dos tripses (Mound & Marullo, 1996).

Devido à importância do ataque de insetos ao feijoeiro, torna-se necessário a elaboração de programas mais eficientes para o manejo integrado dessas pragas. Para elaboração destes programas, é primordial o conhecimento dos fatores que influenciam o ataque de pragas. Fatores estes que devem ser manipulados de forma a reduzir as perdas causadas pelas pragas à cultura. Os principais fatores que influenciam o ataque de pragas às plantas são os elementos climáticos, os inimigos naturais, a planta hospedeira e o manejo da cultura. Os elementos climáticos influenciam as populações de insetos praga de forma direta e indireta. Entre os efeitos diretos, temos a influência na sobrevivência, reprodução, crescimento, desenvolvimento, alimentação, comportamento e migração dos insetos praga (Horowitz et al. 1986, Pereira 2002, Schoonhoven et al. 2005, Xu et al. 2009). Já os efeitos indiretos ocorrem devido a influência dos elementos climáticos na comunidade de artrópodes antagonistas às pragas e em características fisiológicas e morfológicas de suas plantas hospedeiras (Castelo Branco 1992, Hopkins & Memmott 2003, Bacci 2006).

Entre as características da planta hospedeira que podem influenciar o ataque de insetos fitófagos está a fase fenológica da cultura. A fase fenológica pode influenciar os insetos fitófagos devido às modificações morfológicas e químicas que a planta passa durante seu desenvolvimento. Entre as mudanças

morfológicas no desenvolvimento das plantas e que afetam as populações de insetos tem-se o surgimento de flores e frutos na fase reprodutiva das plantas os quais são fonte de alimento de alto valor nutritivo a estes artrópodes. Também o crescimento e desenvolvimento das plantas pode alterar a produção de nutrientes e aleloquímicos os quais podem alterar o crescimento, desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e comportamento dos insetos (Lawton & Schroder 1977, Fernandes & Price 1988, Awmack & Leather 2002, Campos et al. 2003, Araújo & Santos 2009).

O revolvimento do solo pela aração e gradagem inerentes ao sistema convencional de plantio é considerado impactante sobre os artrópodes que tem pelo menos parte de seu ciclo no solo (Stinner & House 1990, Hammond & Stinner 1999, Hesler & Berg 2003). Portanto, tem se verificado que tanto os artrópodes praga como os inimigos naturais que tem fase no solo tem maiores populações no plantio direto do que no convencional (Gregory & Musick 1976). Outro efeito do plantio direto sobre a comunidade de artrópodes é a palhada que recobre o solo. Tem-se verificado que esta palhada serve de alimento para artrópodes detritívoros que servem de alimento alternativo para inimigos naturais (Paine 1980, Carpenter et al. 1985, Kladvko 2001, Pereira 2006).

Uma das ferramentas que pode ser usada nos estudos de impacto do ataque das pragas sobre os componentes de produção das culturas é a tabela de vida das culturas. Este instrumento foi adaptado inicialmente por Harcourt (1970) de tabelas de vida com populações de animais para estudo das perdas na fase vegetativa da cultura do repolho. Posteriormente, Chandler (1984) desenvolveu uma tabela de vida para o feijoeiro dividindo as perdas em três sequências: a primeira para estudo da mortalidade de plantas, a segunda para estudo das perdas de flores e frutos e a terceira para estudo das perdas de

óvulos, grãos e sementes. Finalmente, Picanço (1992) desenvolveu um modelo de tabela de vida das culturas que possibilitou o cálculo das perdas em termos de produtividade por unidade de área para cada componente de produção da cultura. Este modelo possibilitou a determinação do componente crítico e dos fatores de perdas. O componente crítico de perdas é aquele que determina o total de perdas na produção da cultura. Já o fator chave de perdas é aquele de maior importância relativa no componente crítico de perdas (Picanço & Marquini 1999, Chandler 1984, Della Lucia et al. 1984, Barrigossi et al. 1988, Picanço 1992, Costa et al. 1993, Bacci 2003).

Outras ferramentas que podem ser utilizadas nos estudos de perdas causadas pelas pragas às culturas, bem como, dos fatores determinantes de seu ataque, estão as técnicas multivariadas. Nos estudos de perdas, estas técnicas possibilitam correlacionar as perdas no componente crítico com o ataque de pragas indiretas. Já nos estudos dos fatores determinantes do seu ataque, elas possibilitam o estudo da influência de fatores qualitativos e quantitativos sobre as densidades de pragas (Gauch 1982, Manly 1994). Entre as técnicas multivariadas estão a análise de redundância (RDA) e a análise de trilha.

O (RDA) é uma análise multivariada que detecta padrões de distribuição linear da espécie contra um gradiente do meio, que são apresentados como vetores da origem do diagrama de ordenação, quando significativo (Prado et al. 2002). Nessa análise, uma matriz de variáveis explicativas é utilizada para quantificar a variação em uma matriz de variáveis resposta (Ter Braak 1987, 1988). A RDA tem sido usada em estudos ecológicos como biomonitoramento, estudos de impacto ambiental e geoprocessamento (Sanchez-Ramirez et al. 2007, Potvin et al. 2007).

Já a análise de trilha tem sido utilizada em estudos de modelos biológicos complexos que envolvem várias variáveis dependentes (Li 1975, Mitchell 1993, Eubanks 2001, Bacci 2006). Esta análise pode ser utilizada para identificar e quantificar as interações diretas e indiretas entre a densidade populacional das pragas, seus inimigos naturais e os elementos climáticos (Mitchell 1993, Sokal & Rohlf 1995).

Assim, devido à escassez de conhecimentos sobre o impacto do ataque de pragas sobre os componentes de produção do feijoeiro e dos fatores determinantes do seu ataque nesta cultura, esta pesquisa tem como objetivos: i) estudar os componentes críticos e os fatores chave de perdas na cultura do feijão em dois sistemas de plantio e três épocas de cultivo e ii) determinar os efeitos da fenologia do feijoeiro, dos elementos climáticos, inimigos naturais, sistemas e épocas de plantio na variação sazonal de populações de insetos praga.

## LITERATURA CITADA

- Abate, T.; Ampofo, J. K. O. Insect pests of beans in Africa: their ecology and management. **Annual Review of Entomology**, v.41, p.45-73. 1996.
- Albuquerque, J. A.; Reinert, D. J.; Fiorin, J. E.; Ruedell, J.; Petrere, C.; Fontinelli, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: Efeito sobre a forma de estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.115-119. 1995.
- Araújo, W. S.; Santos, B. B. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, p.300-303. 2009.
- Awmack, C. S.; Leather, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, v.47, p.817-844. 2002.
- Bacci, L. **Fatores chave de perdas na produção do pepino e plano convencional de amostragem para broca das curcubitáceas e hymenoptera parasitóides**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia).
- Bacci, L. **Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. 133p. Tese (Doutorado em Fitotecnia).
- Barrigossi, J. A. F.; Lopes, N. F.; Chandler, L. Resposta fisiológica do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao forate e suas consequências entomológicas. II. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca das plantas. **Revista Ceres**, v.35, p.341-354. 1988.

- Bayer, C.; Mielniczuk, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.105-112. 1997.
- Bitencourt, D. R. **Biologia, Capacidade Reprodutiva e Consumo Foliar de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1892 ) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros**. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2008. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade).
- Campos, B. C.; Reinert, D. J.; Nicolodi, R.; Ruedell, J.; Petrere, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.121-126. 1995.
- Campos, W. G.; Schoereder, J. H.; Picanço, M. C. Performance of an oligophagous insect in relation to the age of the host plant. **Neotropical Entomology**, v.32, p.671-676. 2003.
- Cardona, C.; Frei, A.; Bueno, J. M.; Diaz, J.; Gu, H.; Dorn, S. Resistance to *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) in beans. **Journal of Economic Entomology**, v.95, p.1066-1073. 2009.
- Cardona, C.; Gonzalez, R.; Schoonhoven, A. V. Evaluation of damage to common beans by larvae and adults of *Diabrotica balteata* and *Cerotoma facialis*. **Journal of Economic Entomology**, v.75, p.324-327. 1982.
- Carpenedo, V.; Mielniczuk, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.99-105. 1990.
- Carpenter, S. R.; Kitchell, J. F.; Hodgson, J. R. Cascading trophic interactions and lake productivity. **Bioscience**, v.35, p.634-639. 1985.
- Castelo Branco, M. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v.10, p.33-34. 1992.
- Chandler, L. Crop life table studies of the pests of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at Goiânia-GO. **Revista Ceres**, v.31, p.284-298. 1984.
- CONAB. **Agricultura Familiar: Companhia Nacional de Abastecimento**, 2009. Acessado em novembro de 2009. [www.conab.gov.br].
- Costa, M. C.; Della Lucia, T. M. C.; Vilela, E. F.; Chandler, L.; Sedyama, T. Tabela de vida de cultivares de soja e variação sazonal da entomofauna. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.1233-1245. 1993.
- Debarba, L.; Amado, T. J. C. Desenvolvimento de sistemas de milho no Sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p.473-480. 1997.

- Della Lucia, T. M. C.; Chandler, L.; Casali, V. W. D.; Galvão, J. D.; Freire, J. A. H.; Costa, L. M. Aplicação da tabela de vida das culturas às pragas de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L., em quatro níveis de adubação. **Revista Ceres**, v.31, p.444-463. 1984.
- Eubanks, M. D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v.21, p.35-43. 2001.
- Fao. **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**, 2009. Acessado em novembro de 2009. [www.fao.org.br].
- Faria, J. C.; Oliveira, M. N.; Yokoyama, M. Resposta comparativa de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) a inoculação com o vírus do mosaico dourado no estágio de plântulas. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p.566-572. 1994.
- Fernandes, G. W.; Price, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness. **Oecologia**, v.76, p.161-167. 1988.
- Fernandes, J. M. C. As doenças das plantas e o sistema plantio direto. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.5, p.317-352. 1997.
- Franchini, J. C.; Borkert, C. M.; Ferreira, M. M.; Guadêncio, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.459-467. 2000.
- Gauch, H. G. J. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge Cambridge University. 1982.
- Gomes Jr., F. G.; Lima, E. R.; Leal, A. J. F.; Matos, F. A.; Sá, M. E.; Haga, K. I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum**, v.27, p.455-459. 2005.
- Gregory, W. W.; Musick, G. J. Insect management in reduced tillage systems. **Bulletin of the Entomological Society of America** v.22, p.302-304. 1976.
- Hammond, R. B.; Stinner, B. R. Impact of tillage systems on pest management. In: Ruberson, J. R. (Ed.). **Handbook of pest management**. Basel: Marcel Dekker, 1999. p.693-712.
- Harcourt, D. G. Crop life tables as a pest management tool. **Canadian Entomologist**, v.102, p.950-955. 1970.
- Hesler, L. S.; Berg, R. K. Tillage impacts cereal-aphid (Homoptera: Aphididae) infestations in spring small grains. **Journal of Economic Entomology**, v.96, p.1792-1797. 2003.
- Hoddle, M. S.; Stosic, C. D.; Mound, L. A. Populations of North American bean thrips, *Caliothrips fasciatus* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae: Panchaetothripinae) not detected in Australia. **Australian Journal of Entomology**, v.45, p.122-129. 2006.

- Hopkins, G. W.; Memmott, J. Seasonality of a tropical leaf-mining moth: Leaf availability versus enemy-free space. **Ecological Entomology**, v.28, p.687-693. 2003.
- Horowitz, A. R.; Forer, G.; Ishaaya, I. Managing resistance in *Bemisia tabaci* in Israel with emphasis on cotton. **Pesticide Science**, v.42, p.113-122. 1994.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2009. Acessado em novembro de 2009. [www.ibge.gov.br].
- Jesus, F. G.; Boiça Júnior, A. L.; Carbonel, S. A. M.; Stein, C. P.; Pitta, R. M. Infestação de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood.) (Thysanoptera: Thripidae) em genótipos de feijoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, p.393-399. 2009.
- Jiménez, S.; Cortiñas, J.; López, D. Distribución temporal y espacial y consideraciones para el monitoreo de *Thrips palmi* en Cuba. **Manejo Integrado de Plagas**, v.57, p.54-57. 2000.
- Kladivko, E. J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research**, v.61, p.61-76. 2001.
- Lawton, J. H.; Schroder, D. Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insect species associated with British plants. **Nature**, v.265, p.137-140. 1977.
- Layton, M. B.; Boethel, D. J. Reduction in N<sub>2</sub> fixation by soybean in response to insect-induced defoliation. **Journal of Economic Entomology**, v.80, p.1319-1324. 1987.
- Leite Filho, A. S.; Ramalho, F. S. Biologia da cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* (Ross e Moore, 1957) em feijão e em feijão-de-corda. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.8, p.93-101. 1979.
- Li, C. C. **Path Analysis: A Primer**. Pacific Grove: Boxwood. 1975. 347p.
- Manly, B. F. J. **Multivariate statistical methods: a primer**. London: Chapman & Hall. 1994.
- Martin, N. A. Whitefly: Biology, identification and life cycle: www.crop.cri.nz. 2010 1999.
- Meireles, E. J. L.; Pereira, A. R.; Sentelhas, P. C.; Stone, L. F.; Zimmermann, F. J. P. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO. **Bragantia**, v.62, p.163-171. 2003.
- Mitchell, R. J. Path analysis: pollination. In: Scheiner, S. M.; Gurevitch, J. (Eds.). **Design and analysis of ecological experiments**. New York: Chapman & Hall, 1993. p.217-234.
- Mound, L. A.; Marullo, R. The thrips of Central and South America: An Introduction. **Memoirs of Entomology**, v.6, p.1-488. 1996.

- Moura, M. F. **Danos, sistema de tomada de decisão de controle e distribuição espacial de *Empoasca kraemeri* na cultura do feijoeiro.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005. 97p. Tese (Doutorado em Entomologia).
- Moura, M. F.; Picanço, M. C.; Guedes, R. N. C.; Barros, E. C.; Chediak, M.; Morais, E. G. F. Conventional sampling plan for the green leafhopper *Empoasca kraemeri* in common beans. **Journal of Applied Entomology**, v.131, p.215-220 2007.
- Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Baptista, G. C. D.; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramim, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes, J. R. S. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p.
- Nault, L. R.; Rodrigues, J. G. **The leafhoppers and planthoppers:** Entomological Society of America. 1985. 421p.
- Nava, D. E.; Haddad, M. L.; Parra, J. R. P. Danos causados por diferentes densidades de larvas de *Cerotoma arcuatus* em plantas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1217-1222. 2003.
- Nielsen, G. R.; Fuentes, C.; Quebedeux, B.; Wang, Z.; Lamp, W. O. Alfalfa physiological response to potato leafhopper injury depends on leafhopper and alfalfa developmental stage. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.90, p.247-255. 1999.
- Ospina, H. F. O. **El lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) y su control.** Colômbia: Centro Interamericano de Agricultura Tropical. 1980. 41p.
- Paine, R. T. Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. **Journal of Animal Ecology**, v.46, p.667-685. 1980.
- Pereira, E. J. G. **Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica*.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002. 50p. Dissertação (Mestrado em Entomologia).
- Pereira, J. L. **Impacto de sistemas de sucessão de cultivos em artrópodes associados à cultura do feijão.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006. 108p. Tese (Doutorado em Fitotecnia).
- Picanço, M.; Marquini, F. Manejo integrado de pragas de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, n.8, p.275-324. 1999.
- Picanço, M. C. **Entomofauna e danos das pragas associadas à cultura de ervilha (*Pisum sativum* L.), em quatro épocas de plantio e 54 cultivares.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992. 310p. Tese (Doutorado em Fitotecnia).
- Picanço, M. C.; Marquini, F.; Galvan, T. L. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo Integrado,**

**Fitossanidade, Cultivo Protegido, Pivô central e Plantio direto.**  
Viçosa, 2001. p. 427-480.

- Pirone, C. L.; Alexander, C. L.; Lamp, W. O. Patterns of starch accumulation in alfalfa subsequent to potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) injury. **Environmental Entomology**, v.34, p.199-204. 2002.
- Potvin, C.; Tschakert, P.; Lebel, F.; Kirby, K.; Barrios, H.; Bocariza, J.; Caisamo, J.; Caisamo, L.; Cansari, C.; Casamá, J.; Casamá, M.; Chamorra, L.; Dumasa, N.; Goldenberg, S.; Guainora, V.; Hayes, P.; Moore, T.; Ruíz, J. A participatory approach to the establishment of a baseline scenario for a reforestation **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v.12, p.1341-1362. 2007.
- Prado, P. I.; Lewinsohn, T. M.; Carmo, R. L.; Hogan, D. H. Ordenação multivariada na ecologia e seu uso em ciências ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v.10, p.1-15. 2002.
- Quintela, E. D. Plantio direto e o manejo de artrópodes pragas. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo Integrado, Fitossanidade, cultivo protegido, pivô central e plantio direto.** Viçosa: UFV, 2001. p.481-522.
- Salas, F. J. S.; Barradas, M. M.; Parra, J. R. P. Tentativas de transmissão de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi (CpSMV-SP) por artrópodos, em laboratório. **Scientia Agricola** v.56, p.413-420. 1999.
- Salton, J. C.; Mielniczuk, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.313-319. 1995.
- Sanchez-Ramirez, C.; Vidal-Martinez, V. M.; Aguirre-Macedo, M. L.; Rodriguez-Canul, R. P.; Gold-Bouchot, G.; Sures, B. *Cichlidogyrus sclerosus* (Monogenea: Ancyrocephalinae) and its host, the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), as bioindicators of chemical pollution. **Journal of Parasitology**, v.93, p.1097-1106. 2007.
- Schoonhoven, L. M.; Van Loon, J. J. A.; Dicke, M. **Insect-Plant Biology.** London, Oxford University. 2005. 440p.
- Sokal, R. R.; Rohlf, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research.** New York: W. F. Freeman. 1995. 887p.
- Stinner, B. R.; House, G. J. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.299-318. 1990.
- Suris, M.; Plana, L. Distribución en la planta y en el campo de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en papa de la variedad Desiree. **Revista de Protección Vegetal**, v.16, p.80-83. 2001.

- Teixeira, M. L. F.; Coutinho, H. L. C.; Franco, A. A. Effects of *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae) on predation of nodules and on N<sub>2</sub> fixation of *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Economic Entomology**, v.89, p.165-169. 1996.
- Ter Braak, C. J. F. **Unimodal models to relate species to environment**. University of Wageningen, 1987. 152p. (Doctoral thesis)
- Ter Braak, C. J. F. **CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis** Wageningen: Technical Report LWA-88-02, GLW. 1988. 95p.
- Ventura, M. U.; Mello, E. P.; Oliveira, A. R. M.; Simonelli, F.; Marques, F. A.; Zarbin, P. H. G. Males are attracted by female traps: a new perspective for management of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) using sexual pheromone. **Neotropical Entomology**, v.30, p.361-364. 2001.
- Vieira, C.; Vieira, R. F. Épocas de plantio do feijão e proposta de nomenclatura para designá-las. **Revista Ceres**, v.42, p.685-688. 1995.
- Xu, Y.; Zeng, L.; Lu, Y.; Liang, G. Effect of soil humidity on the survival of *Solenopsis invicta* Buren workers. **Insectes Sociaux**, v.56, p.367-373. 2009.
- Yokoyama, L. P. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: Aidar, H. (Ed.). **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.249-292.

## **FATORES CHAVE DE PERDAS NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE *Phaseolus vulgaris***

Resumo - O amplo conhecimento dos componentes e fatores críticos de perdas e a sua relação com o ataque de pragas é importante para o estabelecimento de táticas e estratégias de controle destas. Assim, esse trabalho objetivou identificar e quantificar os fatores de perda e sua importância relativa, e relacionando-os com a flutuação populacional de pragas nas épocas e sistemas de plantio utilizados na cultura do feijoeiro. Os dados para a construção das tabelas de vida ecológica da cultura foram coletados em Coimbra, MG, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Semanalmente foram monitorados os números de plantas mortas e suas causas de mortalidade. Ao final do cultivo, foram coletadas 20 plantas/parcela nas quais foram avaliadas os números de flores/planta, vagens/plantas, óvulos/vagem, grãos/vagem e a produtividade. Também foram avaliados os fatores de perdas em cada componente de produção. A partir destes dados, foram confeccionadas tabela de vida ecológica da cultura para cada época e sistema de plantio. Para a avaliação da abundância de pragas foram realizadas amostragens semanais de insetos praga nas parcelas experimentais. A produtividade e as perdas totais nos componentes de produção do feijoeiro variaram entre as épocas de cultivo e anos agrícolas. Não se detectou o efeito entre o plantio direto e convencional sobre estas duas variáveis. As maiores produtividades em 2005/2006 ocorreram no cultivo de verão-outono e, em 2006/2007, nos cultivos de verão-outono e inverno-primavera. Verificou-se que

à medida que aumentaram as perdas totais ocorrem diminuição da produtividade. No ano de 2005/2006 não foram detectadas diferenças significativas nas perdas em função das épocas de cultivo. Já no ano de 2006/2007 as perdas foram maiores no cultivo de primavera-verão. O componente crítico de perdas no cultivo de primavera-verão foram flores e vagens em 2005/2006 e óvulos em 2006/2007. Já a flor foi o componente crítico nos cultivos de verão-outono e inverno-primavera. Os fatores chave de perdas foram o abortamento de flores e a má formação de vagens e óvulos. As perdas por abortamento de flores estiveram associadas ao ataque de *Bemisia tabaci*, *Caliothrips phaseoli*, *Empoasca kraemeri* e *Frankliniella occidentalis*. As perdas por má formação das vagens estiveram associadas ao ataque *B. tabaci*, *Cerotoma arcuatus* e *Diabrotica speciosa*. Já as perdas por má formação de óvulos estiveram associadas ao ataque de *Thrips tabaci*.

**Palavras-chave:** Feijoeiro, tabela de vida de culturas, componente crítico de perdas, fatores chave de perdas, pragas do feijoeiro.

## **KEY FACTORS OF LOSSES IN YIELD COMPONENTS OF THE *Phaseolus vulgaris***

Abstract - The knowledge about yield components and key factors and its relationship with pest attack are important for establishment of pest control tactics and strategies. Thus, this study aimed to identify and quantify the key factors and their relative importance, correlating them with the population dynamics of pest in three growing seasons and two planting systems. The data were collected in Coimbra, MG, in the agricultural years of 2005/2006 and 2006/2007. A completely randomized design with five replications was used. The plant mortality, the causes of plant mortality and pest abundance were monitored weekly. The data of each crop season and planting system were submitted to the crops life table methodology. The yield and yield components were evaluated in each planting dates, planting system and growing seasons. There was no effect between non-tillage and conventional tillage. The highest yield occurred in 2005/2006 in the crop season of summer-autumn, in 2006/2007 on summer-autumn and winter-spring. It was found negative relationship between total of losses and crop yield.

In the year 2005/2006 were not found differences in yield losses among those growing seasons. In the year 2006/2007 the yield losses were higher in the cultivation of spring-summer than other crop seasons. The critical component of yield losses in spring-summer on crops of 2005/2006 were flowers and pods and 2006/2007 was ovule. Flowers were the critical components in summer-autumn and winter-spring season. The key factors were incomplete formation of pods, flower and ovule abortion. Flower abortion was associated with the attack of *Bemisia tabaci*, *Caliothrips phaseoli*, *Empoasca kraemeri*, and *Frankliniella occidentalis*. Incomplete formation of pods was correlated with *B. tabaci*, *Cerotoma arcuatus* and *Diabrotica speciosa*. Likewise, *Thrips tabaci* densities were associated with ovule abortion.

**Key words:** Common bean, Crop life table, critical component of yield loss, key factors, pest attacks.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é a principal fonte proteica de origem vegetal da população brasileira, pois ocupa no país área de 4,1 milhões de hectares e produz anualmente 3,6 milhões de toneladas. A produtividade média brasileira é baixa cerca de 850 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE 2009), já que o potencial produtivo da cultura é acima de 4.000 kg ha<sup>-1</sup> (Vieira et al. 1999). Diversos fatores contribuem para esta situação, dentre eles o ataque de pragas. Estas pragas podem ser diretas e indiretas. As pragas diretas atacam o produto comercializado enquanto que as indiretas atacam outras partes da planta afetando, assim, indiretamente a produtividade da cultura. As pragas mais importantes do feijoeiro no campo são as indiretas (Singh & Emden 1979, Vieira 1988, Picanço & Marquini 1999, Picanço et al. 2001).

As pragas indiretas mais importantes do feijoeiro são os insetos desfolhadores, os sugadores de seiva e os sugadores de células. Entre os desfolhadores, as espécies mais importantes são as vaquinhas *Diabrotica speciosa* (Germar) e *Cerotoma arcuatus* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae). Os adultos destes insetos causam desfolha nas plantas enquanto suas larvas

atacam as raízes. Entre os sugadores de seiva, as espécies mais importantes são a cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Hemiptera: Cicadellidae) e a mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae). Já entre os sugadores de células, as espécies mais importantes são os tripses *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) e *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae). Estas pragas podem reduzir a produtividade do feijoeiro devido ao seu ataque causar abortamento de flores e má formação de vagens e óvulos (Silva et al. 2002, 2003, Quintela 2004).

O feijoeiro é cultivado em três épocas: primavera-verão, verão-outono e inverno-primavera. O cultivo de primavera-verão é conhecido como “feijão das águas” e nele a semeadura ocorre de outubro a novembro. Nesta época, o produtor pode ter problemas no plantio e na colheita devido à grande ocorrência de chuvas. O cultivo de verão-outono é conhecido como “feijão da seca” e nele a semeadura é realizada de fevereiro a março. Neste cultivo normalmente o fator limitante é a baixa ocorrência de chuvas na fase vegetativa das plantas. No cultivo de inverno-primavera, o plantio ocorre nos meses de junho a agosto e nele há a necessidade de uso de irrigação devido à baixa pluviosidade (Vieira et al. 1998).

O cultivo do feijoeiro pode ser realizado tanto em sistema de plantio direto como em plantio convencional. No plantio direto antes da semeadura, é realizada a aplicação de herbicidas para dessecamento da área, ficando a palhada como cobertura do solo. Após o dessecamento da área, é realizado o plantio sem realização de preparo do solo. Enquanto que no plantio convencional o solo é revolvido devido à realização de aração e gradagem antes do plantio (Freddi et al. 2005).

Uma das ferramentas que pode ser utilizada na avaliação das perdas nos componentes de produção das culturas são as tabelas de vida. Picanço (1992) desenvolveu um modelo de tabela de vida de culturas adaptado do modelo de Morris & Miller (1954) para populações animais, que permite a identificação e quantificação das perdas nos componentes de produção da cultura. Neste modelo, é possível determinar o componente crítico e o fator chave de perdas. O componente crítico de perdas é aquele que determina o total de perdas nos componentes de produção da cultura. Já o fator chave de perdas é aquele de maior importância relativa no componente crítico de perdas. Dessa forma, a tabela de vida das culturas permite a identificação e quantificação das causas de perdas na produção, possibilitando a busca de alternativas que possam minimizá-las (Harcourt 1970, Leite et al. 1996, Picanço et al. 1997, 1998).

Assim, este trabalho teve por objetivo identificar os componentes críticos e os fatores chave de perdas do feijoeiro em cultivos de primavera-verão, verão-outono e inverno-primavera em plantio direto e convencional.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Condições Experimentais

Este trabalho foi realizado na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa em Coimbra, MG, num Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase terraço, de textura argilosa, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. O cultivar utilizado foi o Ouro vermelho do grupo vermelho, de hábito de crescimento indeterminado (tipo II) e ciclo de 85 dias. Na adubação, foi usado 250 kg ha<sup>-1</sup> da mistura de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na proporção de 8:28:16. O espaçamento foi de 0,5 m entre fileiras foram semeadas 12 sementes por metro de fileira, totalizando 240 mil planta ha<sup>-1</sup>. Na área experimental, foram realizadas práticas normais de cultivo conforme Vieira et al. (2006). Foram realizadas irrigações semanais por aspersão até os 60 dias após o plantio conforme Silveira & Stone (1998). No feijoeiro cultivado em plantio direto, a dessecação das plantas daninhas foi realizada 20 dias antes do plantio com a mistura dos herbicidas glyphosate + 2,4-D (1440 + 670 g.ha<sup>-1</sup>). Já no feijoeiro cultivado em plantio convencional, dois dias antes do plantio, foram realizadas uma aração e duas gradagens.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. A parcela experimental foi constituída por área útil de 144 m<sup>2</sup> (12 x 12 m), sendo separadas uma das outras por área de 2 m de largura. O feijoeiro foi plantado no sistema convencional e em plantio direto em cultivos de primavera-verão, verão-outono e inverno-primavera. No ano agrícola 2005/2006, o cultivo de inverno-primavera foi realizado de 09/08 a 10/11/2005, o de primavera-verão, de 12/11/2005 a 15/02/2006 e o de verão-outono, de 12/02 a 10/05/2006. Já no ano agrícola 2006/2007, o cultivo de inverno-primavera foi realizado de 28/06 a 08/10/2006, o de primavera-verão, de 27/11/2006 a 15/02/2007 e o de verão-outono, de 09/03 a 25/06/2007.

## **2.2. Construção e análise das tabelas de vida para a cultura**

Para confecção da tabela de vida ecológica do feijoeiro, foram monitorados semanalmente os números e causas de mortalidade de plantas (Picanço et al. 1997, Picanço et al. 1998).

Ao final do cultivo, foram coletadas vinte plantas/parcela, as quais foram levadas para laboratório. Nestas plantas, avaliaram-se os números de flores/planta, vagens/plantas, óvulos/vagem e grãos/vagem. Também foram avaliadas as causas de perdas em cada um destes componentes de produção da cultura (Barrigossi et al. 1988).

Foi confeccionada tabela de vida para a cultura em cada parcela experimental conforme metodologia desenvolvida por Picanço (1992), contendo os seguintes componentes:

x = componente de produção da cultura (plantas, flores, vagens, óvulos, grãos totais e grãos na colheita).

Lx = Produtividade potencial (kg ha<sup>-1</sup>) no início de cada x.

$dx_F$  = Fator causador de perdas na produtividade da cultura ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

$dx$  = Estimativa de perdas na produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

$100q_x$  = Perdas não acumulativas (%).

$100r_x$  = Perdas acumulativas (%).

Para tanto, foi realizada a estimativa da produtividade potencial ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para cada componente de produção utilizando-se as seguintes fórmulas:

$L_x$  (plantas) =  $PI \times FI/PI \times Ov/Vg \times Pgr$ ;

$L_x$  (flores) =  $Plc \times FI/PI \times Ov/Vg \times Pgr$ ;

$L_x$  (vagem) =  $Plc \times Vg_f/PI \times Ov/Vg \times Pgr$ ;

$L_x$  (óvulos) =  $Plc \times Vg_o/PI \times Ov/Vg \times Pgr$ ;

$L_x$  (grãos totais) =  $Plc \times Vg_o/PI \times Gr_o/Vg \times Pgr$ ;

$L_x$  (grãos colhidos) =  $Plc \times Vg_c/PI \times Gr_o/Vg \times Pgr$ , sendo que:

$PI$  = número de plantas/ha no início do cultivo.

$FI/PI$  = número total de flores/planta;

$Pgr$  = peso médio do grão em kg;

$Plc$  = número de plantas/ha na colheita;

$Ov/Vg$  = número médio de óvulos por vagem;

$Vg_f/PI$  = número médio de vagens formadas/planta;

$Vg_c/PI$  = número médio de vagens/planta na colheita;

$Gr_f/Vg$  = número médio de grãos formados/vagem;

$Gr_o/Vg$  = número médio de grãos colhidos/vagem;

Os grãos colhidos em cada parcela foram secos em estufa com ventilação forçada de ar, à  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas, e pesados (Brasil 1992). Foram determinadas as produtividades do feijoeiro por parcela ( $\text{kg/ha}$ ) com o teor de água corrigida para 13% de umidade. Foram calculadas as médias e erros-padrão da produtividade e da percentagem total de perdas acumulativas

para cada tratamento. Estes resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ . Foram representadas tabelas de vida somente para os fatores em estudo que afetaram estas características. Foi realizada análise de regressão simples da produtividade em função das perdas totais a  $p < 0,05$  para verificar a relação entre estas variáveis.

Foram calculados os fatores de perdas totais (K) e parciais (k) para os componentes de produção (, Picanço 1992, Leite et al. 1996, Picanço et al. 1997, Picanço et al. 1998), onde:

$$k = \log(100qx) \text{ e } K = \sum k.$$

Foram realizadas análises de regressão linear simples dos fatores parciais de perdas em função do fator total de perdas a  $p < 0,05$ . Foi considerado como componente crítico de perdas aquele com maior coeficiente angular com base no intervalo de confiança deste coeficiente a 95% de probabilidade (Podoler & Rogers 1975, Picanço et al. 1997).

Se no componente crítico existiu apenas uma causa de perdas, esta foi o fator chave. Entretanto, se neste componente de produção existiu mais de uma causa de perdas, a determinação do fator chave foi realizada adotando-se o mesmo procedimento empregado na determinação do componente crítico de perdas (Podoler & Rogers 1975, Picanço 1992).

Durante os cultivos, foi monitorada semanalmente as densidades de adultos das pragas indiretas *Bemisia tabaci*, *C. arcuatus*, *C. phaseoli*, *D. speciosa*, *E. kraemeri*, *F. occidentalis* e *T. tabaci* em cada parcela experimental para determinação do efeito destas pragas sobre as perdas nos componentes críticos de produção da cultura. Para tanto, cinco plantas selecionadas ao acaso foram batidas em bandeja (35 cm de comprimento x 30 cm de largura x

5 cm de profundidade) e contados os números de adultos dos insetos (Moura 2005). As perdas nos componentes críticos de produção e as densidades médias das pragas indiretas em cada parcela experimental foram submetidas a análise de redundância (RDA) usando-se o programa Canoco 3.1 (Ter Braak & Smilauer 1998). Nesta análise, as densidades das pragas foram as variáveis independentes e as perdas, as variáveis dependentes. A significância do diagrama do RDA foi obtida usando a permutação de Monte Carlo testada pelo teste F a  $p < 0,05$ . O gráfico de ordenação “biplot” gerado por esta análise foi confeccionado usando-se o programa Canodraw 3.0. Neste gráfico, os gradientes de reposta foram representados por vetores com origem no ponto central dos dois eixos do diagrama de ordenação. Neste diagrama o comprimento dos vetores é proporcional à importância da variável. Variáveis com correlação positiva possuem vetores com mesma direção e sentido. Já variáveis com correlação negativa possuem vetores com mesma direção e sentido contrário, sendo que quando o ângulo entre os vetores é de  $90^\circ$  as variáveis não possuem correlação.

### 3. RESULTADOS

Verificou-se efeito significativo das épocas de cultivo e dos anos agrícolas na produtividade e nas perdas totais nos componentes de produção. Não se detectou efeito significativo do plantio direto e convencional nas perdas e produtividades do feijoeiro (Tabela 1). As maiores produtividades em 2005/2006 ocorreram no cultivo de verão-outono e em 2006/2007 nos cultivos de verão-outono e inverno-primavera (Tabela 1). Em 2005/2006, no feijoeiro em plantio convencional, não foram detectadas diferenças significativas das perdas em função da época de cultivo. Em 2005/2006, no sistema de plantio direto, e em 2006/2007, nos dois sistemas de cultivo, as maiores perdas ocorreram no cultivo de primavera-verão. Comparando-se os anos agrícolas, verificou-se que foram maiores as perdas no cultivo de inverno-primavera em 2005/2006 do que em 2006/2007 (Tabela 1). Foi significativa ( $F=5,81$  e  $p=0,037$ ) a regressão linear simples das produtividades em função das perdas totais, sendo que o coeficiente angular deste modelo foi negativo. Assim, a medida que aumentaram as perdas totais, ocorreu diminuição da produtividade (Figura 1).

Só foram observadas mortalidade de plantas em fase vegetativa, sobretudo na fase inicial de seu desenvolvimento. Os fatores de mortalidade de plantas foram o ataque dos insetos *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae), *Atta sexdens rubropilosa* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae), *Diabrotica speciosa* (Oliver) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Gryllus assimilis* (Fabr.) (Orthoptera: Gryllidae); os fungos *Fusarium oxysporum* (Schlecht) e *Sclerotium rolfsii* (Sacc); pisoteio e viroses (Tabelas 2, 3 e 4).

O fator de perdas de flores foi o seu abortamento. Para as vagens e óvulos o fator de perdas foi a má formação. Para os grãos, os fatores de perdas foram o ataque de *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), *Etiella zinckenella* (Treits.) (Lepidoptera: Pyralidae), fungos e má formação (Tabelas 2, 3 e 4).

*A. ipsilon* e *G. assimilis* causaram mortalidade devido ao roletamento das plântulas na região do coleto. Já as larvas de *D. speciosa* provocaram a morte de plantas devido ao ataque às suas raízes. Enquanto que as lagartas de *E. lignosellus* causaram morte de plantas devido ao broqueamento do caule em sua região basal. *A. sexdens* causou morte de plantas devido ao corte de todas as suas folhas. O fungo *F. oxysporum* provocou a morte de plantas devido ao apodrecimento do caule e *S. Rolfsii*, pelo apodrecimento das raízes. A morte de plantas por pisoteio foi causada pela movimentação de pessoas na área para realização das práticas culturais. As perdas provocadas por *A. obtectus* e *E. zinckenella* foram devido ao broqueamento dos grãos. A má formação foi provocada pelo enchimento deficiente do grão e as perdas causadas por fungos foram devido ao apodrecimento da semente. Os pássaros

causaram mortalidade de plantas ao se alimentarem das plântulas nos estágios iniciais de desenvolvimento.

No cultivo de primavera-verão, os componentes de produção cujas curvas de perdas apresentaram os maiores coeficientes angulares, foram as flores e as vagens em 2005/2006 e, os óvulos em 2006/2007. Já nos cultivos de verão-outono e de inverno-primavera a flor foi o componente de produção cuja curva de perdas apresentou o maior coeficiente angular (Tabela 5). Como o único fator de perdas de óvulos e vagens foi a má formação e para flores o abortamento (Tabelas 2, 3 e 4), estes foram considerados os fatores chave de perdas.

O modelo de RDA entre as densidades das pragas indiretas e as perdas nos componentes críticos de produção foi significativo ( $F= 8,81$ ;  $p = 0,002$  e 499 permutações). Este modelo explicou cerca de 53% da relação entre estas variáveis. As densidades de *D. speciosa* e *C. arcuatus* se correlacionaram positivamente com perdas por má formação de vagens. As densidades de *E. kraemeri*, *F. occidentalis* e *C. phaseoli* se correlacionaram positivamente com as perdas por abortamento de flores. As densidades de *T. tabaci* se correlacionaram positivamente com as perdas por má formação de óvulos. Já as densidades de *B. tabaci* se correlacionaram positivamente com as perdas por má formação de vagens e o abortamento de flores (Figura 2).

**Tabela 1.** Produtividades e porcentagem de perdas (média ± erro padrão) do feijoeiro em função de épocas e sistemas de cultivo nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. Coimbra, MG.

| Época de cultivo  | Produtividade (kg/ha)*       |                              |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|
|                   | Plantio convencional         | Plantio direto               |
|                   | (2005/2006)                  |                              |
| Verão-outono      | 2008,23 ± 105,46 aA $\alpha$ | 2472,41 ± 163,56 aA $\alpha$ |
| Inverno-primavera | 1057,66 ± 46,61 aB $\beta$   | 1260,54 ± 116,53 aB $\beta$  |
| Primavera-verão   | 823,16 ± 328,16 aB $\alpha$  | 1131,04 ± 88,25 aB $\alpha$  |
|                   | (2006/2007)                  |                              |
| Verão-outono      | 2060,16 ± 140,10 aA $\alpha$ | 1752,83 ± 268,12 aA $\beta$  |
| Inverno-primavera | 2020,98 ± 297,39 aA $\alpha$ | 2197,47 ± 194,52 aA $\alpha$ |
| Primavera-verão   | 1020,78 ± 157,98 aB $\alpha$ | 832,78 ± 87,10 aB $\alpha$   |
|                   | Perdas totais (%)*           |                              |
|                   | (2005/2006)                  |                              |
| Verão-outono      | 64,28 ± 2,81 aA $\alpha$     | 67,33 ± 1,84 aB $\alpha$     |
| Inverno-primavera | 61,33 ± 2,21 aA $\alpha$     | 63,96 ± 0,56 aC $\alpha$     |
| Primavera-verão   | 67,67 ± 4,93 aA $\alpha$     | 70,34 ± 1,68 aA $\alpha$     |
|                   | (2006/2007)                  |                              |
| Verão-outono      | 58,01 ± 3,42 aB $\alpha$     | 64,53 ± 3,38 aB $\alpha$     |
| Inverno-primavera | 49,19 ± 3,38 aB $\beta$      | 52,71 ± 3,43 aC $\beta$      |
| Primavera-verão   | 72,86 ± 3,67 aA $\alpha$     | 78,73 ± 2,80 aA $\alpha$     |

\* As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (para comparação entre o plantio direto e convencional), maiúscula na coluna (para comparação entre épocas de cultivo), ou do alfabeto grego (para comparação entre anos agrícolas na mesma época e sistema de cultivo) não diferem, entre si, pelo teste Tukey a  $p < 0,05$ .

**Tabela 2.** Tabela de vida do feijoeiro em cultivos de primavera-verão nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. Coimbra, MG.

| x   | dxF                   | 2005/2006      |                |       |       |        | 2006/2007      |                |       |       |        |
|-----|-----------------------|----------------|----------------|-------|-------|--------|----------------|----------------|-------|-------|--------|
|     |                       | Lx             | dx             | 100qx | 100rx | k      | Lx             | dx             | 100qx | 100rx | k      |
| PI  |                       | 3345,47±701,26 | 94,96±58,68    | 2,84  | 2,84  | 0,0125 | 4010,47±568,31 | 182,08±58,92   | 4,54  | 4,54  | 0,0202 |
|     | <i>A. ipsilon</i>     |                | 0,51±0,52      | 0,02  | 0,02  | 0,0001 |                | 13,44±16,12    | 0,34  | 0,34  | 0,0015 |
|     | <i>D. speciosa</i>    |                | 39,09±22,49    | 1,17  | 1,17  | 0,0051 |                | 75,36±35,16    | 1,88  | 1,88  | 0,0082 |
|     | <i>E. lignosellus</i> |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |                | 0,913±0,91     | 0,02  | 0,02  | 0,0001 |
|     | <i>A. sexdens</i>     |                | 19,10±10,92    | 0,57  | 0,57  | 0,0025 |                | 34,05±13,94    | 0,85  | 0,85  | 0,0037 |
|     | <i>F. oxysporum</i>   |                | 34,73±43,75    | 1,04  | 1,04  | 0,0045 |                | 9,74±5,10      | 0,24  | 0,24  | 0,0011 |
|     | <i>G. assimilis</i>   |                | 0,67±0,56      | 0,02  | 0,02  | 0,0001 |                | 59,42±22,63    | 1,48  | 1,48  | 0,0065 |
|     | <i>S. rolfsii</i>     |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |                | 1,04±0,67      | 0,03  | 0,03  | 0,0001 |
|     | Viroses               |                | 0,45±0,48      | 0,01  | 0,01  | 0,0001 |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |
| FI  | Abortamento           | 3250,51±676,74 | 1114,04±424,43 | 34,27 | 33,30 | 0,1823 | 3828,39±534,71 | 1147,92±212,27 | 29,98 | 28,62 | 0,1548 |
| Vg  | Má formação           | 2136,47±489,55 | 751,71±186,01  | 35,18 | 22,47 | 0,1883 | 2680,48±396,91 | 545,12±194,02  | 20,34 | 13,59 | 0,0987 |
| Ov  | Má formação           | 1384,75±336,19 | 84,85±20,03    | 6,13  | 41,39 | 0,0275 | 2135,35±410,42 | 1016,08±292,09 | 47,58 | 53,24 | 0,2805 |
| GrT |                       | 1299,90±321,10 | 258,06±87,93   | 19,85 | 7,71  | 0,0961 | 1119,27±149,33 | 192,49±45,42   | 17,20 | 4,80  | 0,0820 |
|     | <i>A. obtectus</i>    |                | 3,62±2,11      | 0,28  | 0,11  | 0,0012 |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |
|     | <i>E. zinckenella</i> |                | 102,19±35,48   | 7,86  | 3,05  | 0,0356 |                | 40,34±15,71    | 3,60  | 1,01  | 0,0159 |
|     | Fungos                |                | 27,30±13,58    | 2,10  | 0,82  | 0,0092 |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |
|     | Má formação           |                | 124,95±36,77   | 9,61  | 3,73  | 0,0439 |                | 152,14±29,70   | 13,59 | 3,79  | 0,0635 |
| GrC |                       | 1041,85±254,02 | 2303,62±498,05 |       | 68,86 | 0,61   | 926,78±128,169 | 3083,69±532,45 |       | 76,89 | 0,74   |

No cabeçalho: x= componentes de produção da cultura (PI = plantas, FI= flores, Vg= vagens, Ov= óvulos, GrT = grãos totais e GrC = grãos colhidos. dxF= causas de perdas. Lx= Produtividade potencial (kg/ha) no início de cada x. dx= Perdas na produtividade (kg/ha) em cada x. 100qx= Perdas não acumulativas (%). 100rx= Perdas acumulativas (%). k =  $-\log [1 - (100qx/100)]$ .

**Tabela 3.** Tabela de vida do feijoeiro em cultivos de verão-outono nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. Coimbra, MG.

| x   | dxF                   | 2005/2006      |                |       |       |        | 2006/2007      |                |       |       |                    |
|-----|-----------------------|----------------|----------------|-------|-------|--------|----------------|----------------|-------|-------|--------------------|
|     |                       | Lx             | dx             | 100qx | 100rx | k      | Lx             | dx             | 100qx | 100rx | k                  |
| PI  |                       | 6702,33±692,57 | 427,29±230,07  | 6,38  | 6,38  | 0,0286 | 5113,65±736,33 | 59,48±17,17    | 1,16  | 1,16  | 0,0051             |
|     | <i>A. ipsilon</i>     |                | 5,2304±3,46    | 0,08  | 0,08  | 0,0003 |                | 9,02±3,52      | 0,18  | 0,18  | 0,0008             |
|     | <i>D. speciosa</i>    |                | 12,702±8,17    | 0,19  | 0,19  | 0,0008 |                | 14,99±7,00     | 0,29  | 0,29  | 0,0013             |
|     | <i>E. lignosellus</i> |                | 2,4589±2,42    | 0,04  | 0,04  | 0,0002 |                | 4,75±2,38      | 0,09  | 0,09  | 0,0004             |
|     | <i>A. sexdens</i>     |                | 16,669±10,02   | 0,25  | 0,25  | 0,0011 |                | 26,24±10,87    | 0,51  | 0,51  | 0,0022             |
|     | <i>F. oxysporum</i>   |                | 5,4666±3,76    | 0,08  | 0,08  | 0,0004 |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000             |
|     | <i>G. assimilis</i>   |                | 15,51±13,26    | 0,23  | 0,23  | 0,0010 |                | 2,20±1,49      | 0,04  | 0,04  | 0,0002             |
|     | Danos mecânicos       |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |                | 0,33±0,46      | 0,01  | 0,01  | 3x10 <sup>-5</sup> |
|     | <i>S. rolfsii</i>     |                | 448,95±283,66  | 6,70  | 6,70  | 0,0301 |                | 0,32±0,46      | 0,01  | 0,01  | 3x10 <sup>-5</sup> |
|     | Viroses               |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |                | 1,63±1,46      | 0,03  | 0,03  | 0,0001             |
| FI  | Abortamento           | 6275,05±764,61 | 2813,7±418,15  | 44,84 | 41,98 | 0,2584 | 5054,17±730,58 | 1816,23±286,80 | 35,94 | 35,52 | 0,1934             |
| Vg  | Má formação           | 3461,31±413,22 | 509,12±157,128 | 14,71 | 7,60  | 0,0691 | 3237,94±544,97 | 683,38±253,30  | 21,11 | 13,36 | 0,1030             |
| Ov  | Má formação           | 2952,19±303,13 | 284,68±62,11   | 9,64  | 44,05 | 0,0440 | 2554,56±320,83 | 257,29±68,05   | 10,07 | 49,96 | 0,0461             |
| GrT |                       | 2667,51±255,58 | 427,19±110,24  | 16,01 | 6,37  | 0,0758 | 2297,27±280,89 | 390,77±98,03   | 17,01 | 7,64  | 0,0810             |
|     | <i>E. zinckenella</i> |                | 142,37±48,06   | 5,34  | 2,12  | 0,0238 |                | 141,03±48,50   | 6,14  | 2,76  | 0,0275             |
|     | Fungos                |                | 28,724±7,788   | 1,08  | 0,43  | 0,0047 |                | 10,12±3,21     | 0,44  | 0,20  | 0,0019             |
|     | Má formação           |                | 256,09±54,38   | 9,60  | 3,82  | 0,0438 |                | 239,62±46,33   | 10,43 | 4,69  | 0,0478             |
| GrC |                       | 2240,32±169,71 | 4462±563,79    |       | 66,57 | 0,63   | 1906,49±214,29 | 3207,16±566,14 |       | 62,72 | 0,56               |

No cabeçalho: x= componentes de produção da cultura (PI = plantas, FI= flores, Vg= vagens, Ov= óvulos, GrT = grãos totais e GrC = grãos colhidos. dxF= causas de perdas. Lx= Produtividade potencial (kg/ha) no início de cada x. dx= Perdas na produtividade (kg/ha) em cada x. 100qx= Perdas não acumulativas (%). 100rx= Perdas acumulativas (%). k = -log [1- (100qx/100)].

**Tabela 4.** Tabela de vida do feijoeiro em cultivos de inverno-primavera nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. Coimbra, MG.

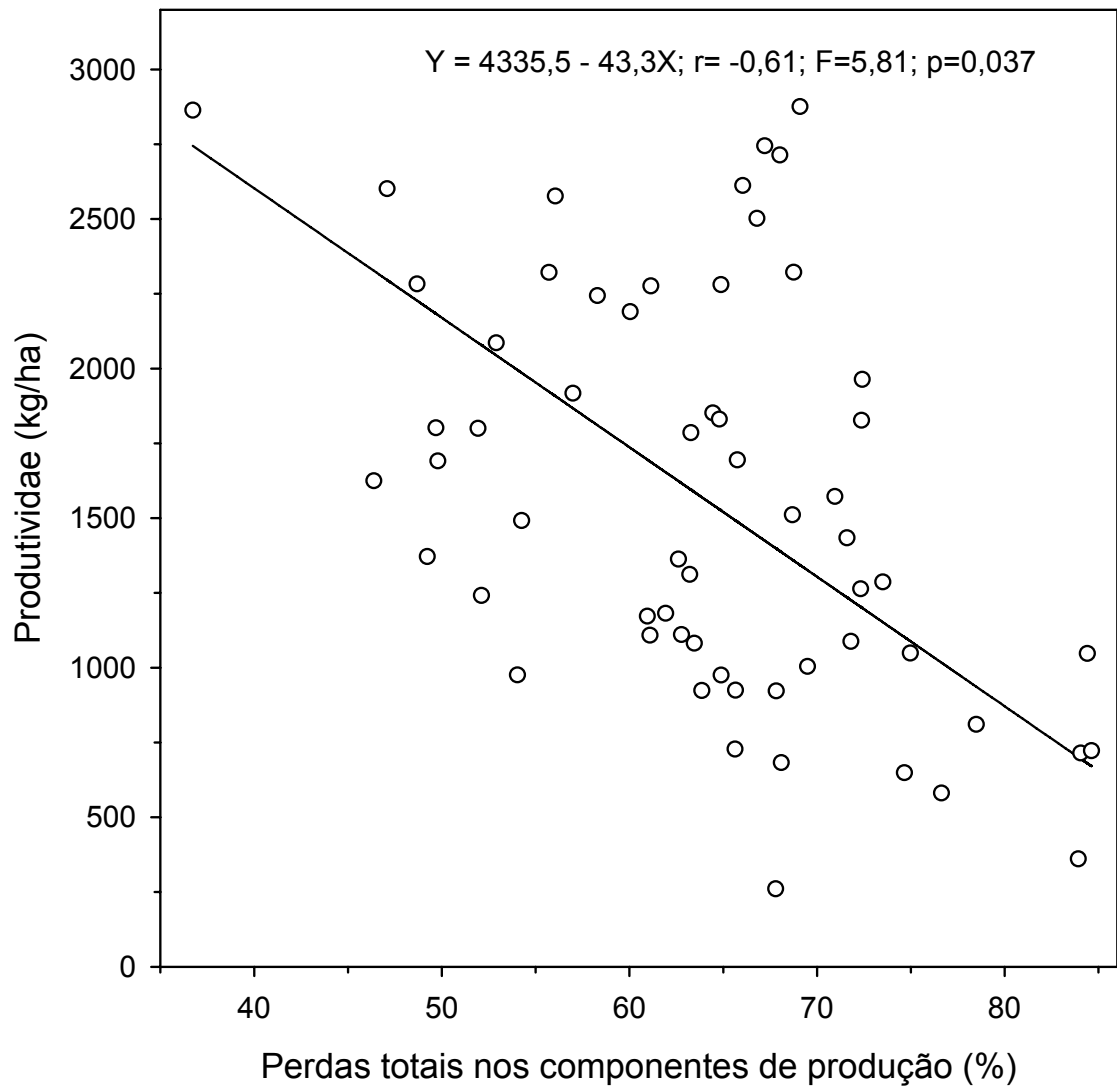
| x   | dxF                   | 2005/2006      |                |       |       |        | 2006/2007      |                |       |       |        |
|-----|-----------------------|----------------|----------------|-------|-------|--------|----------------|----------------|-------|-------|--------|
|     |                       | Lx             | dx             | 100qx | 100rx | k      | Lx             | dx             | 100qx | 100rx | k      |
| PI  |                       | 2945,70±192,31 | 42,16±8,45     | 1,43  | 1,43  | 0,0063 | 4409,98±660,06 | 23,10±8,10     | 0,52  | 0,52  | 0,0023 |
|     | <i>A. ippsilon</i>    |                | 1,36±1,15      | 0,05  | 0,05  | 0,0002 |                | 0,60±0,43      | 0,01  | 0,01  | 0,0001 |
|     | <i>D. speciosa</i>    |                | 3,71±3,52      | 0,13  | 0,13  | 0,0005 |                | 3,72±2,20      | 0,08  | 0,08  | 0,0004 |
|     | <i>A. sexdens</i>     |                | 26,79±6,34     | 0,91  | 0,91  | 0,0040 |                | 10,17±5,06     | 0,23  | 0,23  | 0,0010 |
|     | <i>F. oxysporum</i>   |                | 0,84±0,50      | 0,03  | 0,03  | 0,0001 |                | 1,76±1,14      | 0,04  | 0,04  | 0,0002 |
|     | <i>G. assimilis</i>   |                | 0,31±0,29      | 0,01  | 0,01  | 0,0000 |                | 3,28±1,24      | 0,07  | 0,07  | 0,0003 |
|     | Danos mecânicos       |                | 0,36±0,34      | 0,01  | 0,01  | 0,0001 |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |
|     | <i>S. rolfsii</i>     |                | 0,74±0,76      | 0,03  | 0,03  | 0,0001 |                | 3,75±2,47      | 0,09  | 0,09  | 0,0004 |
|     | Viroses               |                | 8,76±2,83      | 0,30  | 0,30  | 0,0013 |                | 0,00±0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,0000 |
| FI  | Abortamento           | 2903,54±191,74 | 1468,41±142,57 | 50,57 | 49,85 | 0,3060 | 4386,88±656,52 | 1216,61±393,85 | 27,73 | 27,59 | 0,1411 |
| Vg  | Má formação           | 1435,12±182,76 | 192,13±114,71  | 13,39 | 6,52  | 0,0624 | 3170,27±367,63 | 87,92±50,63    | 2,77  | 1,99  | 0,0122 |
| Ov  | Má formação           | 1242,99±84,25  | 75,09±11,53    | 6,04  | 2,55  | 0,0271 | 3082,35±360,11 | 636,99±108,84  | 20,67 | 14,44 | 0,1005 |
| GrT |                       | 1167,90±75,86  | 134,15±23,78   | 11,49 | 4,55  | 0,0530 | 2445,36±282,11 | 336,14±71,50   | 13,75 | 7,62  | 0,0642 |
|     | <i>E. zinckenella</i> |                | 5,55±5,31      | 0,48  | 0,19  | 0,0021 |                | 17,93±4,86     | 0,73  | 0,41  | 0,0032 |
|     | Fungos                |                | 7,68±7,45      | 0,66  | 0,26  | 0,0029 |                | 22,00±11,47    | 0,90  | 0,50  | 0,0039 |
|     | Má formação           |                | 120,92±22,91   | 10,35 | 4,11  | 0,0475 |                | 296,21±55,17   | 12,11 | 6,72  | 0,0561 |
| GrC |                       | 1033,75±68,75  | 1851,35±311,98 |       | 62,85 | 0,51   | 2109,23±240,53 | 2300,76±497,34 |       | 52,17 | 0,39   |

No cabeçalho: x= componentes de produção da cultura (PI = plantas, FI= flores, Vg= vagens, Ov= óvulos, GrT = grãos totais e GrC = grãos colhidos). dxF= causas de perdas. Lx= Produtividade potencial (kg/ha) no início de cada x. dx= Perdas na produtividade (kg/ha) em cada x. 100qx= Perdas não acumulativas (%). 100rx= Perdas acumulativas (%). k = -log [1- (100qx/100)].

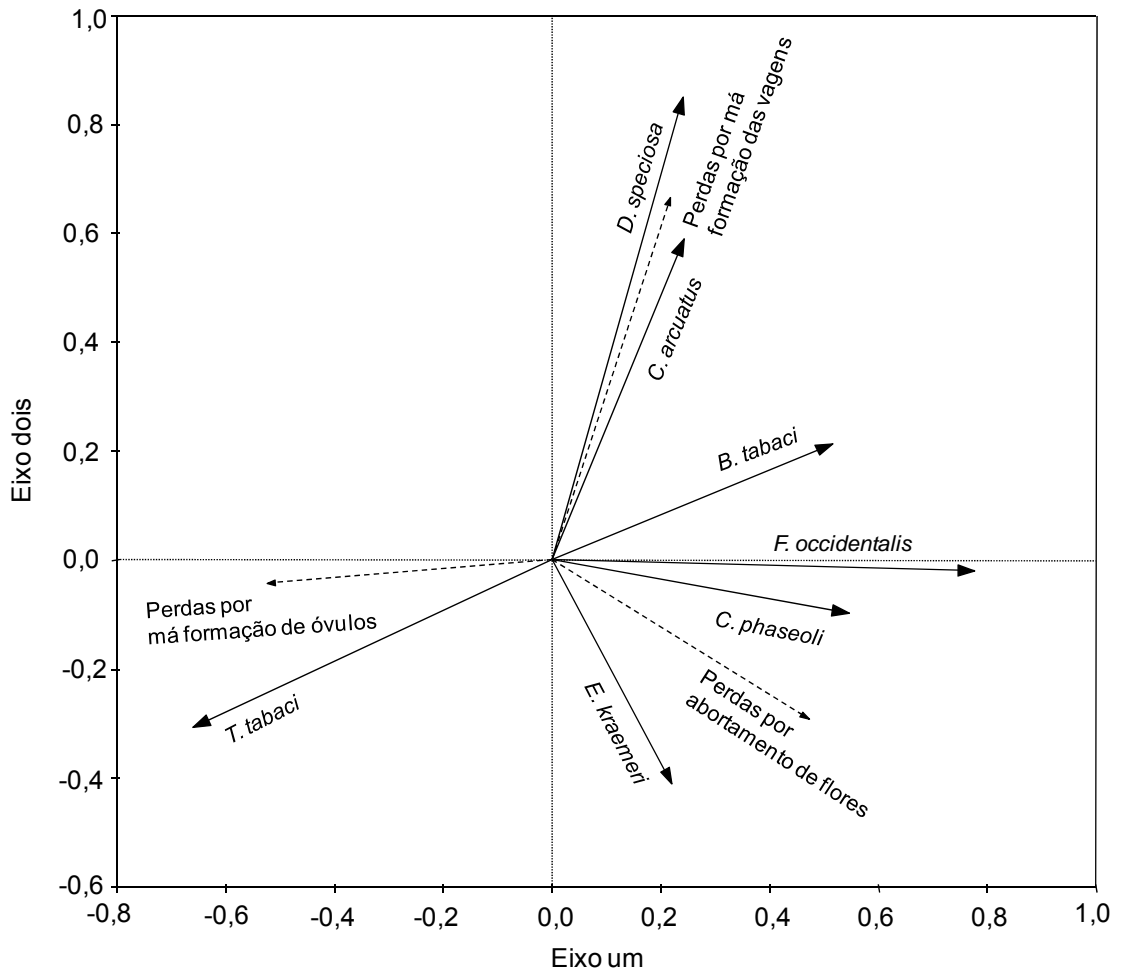
**Tabela 5.** Componentes críticos de perdas na produção do feijoeiro em três épocas de cultivo nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. Coimbra, MG.

| Componentes de produção | 2005/2006                     |                          |                  | 2006/2007   |                          |                  |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------|-------------|--------------------------|------------------|
|                         | b                             | IC <sub>95</sub>         | p                | b           | IC <sub>95</sub>         | p                |
|                         | Cultivos de primavera-verão   |                          |                  |             |                          |                  |
| Plantas                 | 0,02                          | 4x10 <sup>-3</sup> -0,04 | p=0,02           | 0,03        | 0,02-0,05                | p=0,01           |
| Flores                  | <b>0,41</b>                   | <b>0,28-0,53</b>         | <b>p&lt;0,01</b> | 0,26        | 0,20-0,33                | p<0,01           |
| Vagens                  | <b>0,38</b>                   | <b>0,28-0,48</b>         | <b>p&lt;0,01</b> | 0,19        | 0,10-0,30                | p<0,01           |
| Óvulos                  | 0,05                          | 0,03-0,07                | p<0,01           | <b>0,45</b> | <b>0,37-0,52</b>         | <b>p&lt;0,01</b> |
| Grãos                   | 0,14                          | 0,10-0,18                | p<0,01           | 0,06        | 0,04-0,08                | p<0,01           |
|                         | Cultivos de verão-outono      |                          |                  |             |                          |                  |
| Plantas                 | 0,09                          | 0,02-0,16                | p=0,02           | 0,01        | 0,01-0,02                | p=0,01           |
| Flores                  | <b>0,56</b>                   | <b>0,47-0,64</b>         | <b>p&lt;0,01</b> | <b>0,49</b> | <b>0,39-0,59</b>         | <b>p&lt;0,01</b> |
| Vagens                  | 0,15                          | 0,10-0,20                | p<0,01           | 0,24        | 0,16-0,31                | p<0,01           |
| Óvulos                  | 0,09                          | 0,07-0,12                | p<0,01           | 0,11        | 0,08-0,15                | p<0,01           |
| Grãos                   | 0,11                          | 0,07-0,15                | p<0,01           | 0,15        | 0,08-0,21                | p<0,01           |
|                         | Cultivos de inverno-primavera |                          |                  |             |                          |                  |
| Plantas                 | 0,01                          | 0,01-0,02                | p=0,02           | 0,01        | 3x10 <sup>-3</sup> -0,01 | p=0,02           |
| Flores                  | <b>0,72</b>                   | <b>0,63-0,82</b>         | <b>p&lt;0,01</b> | <b>0,43</b> | <b>0,34-0,52</b>         | <b>p&lt;0,01</b> |
| Vagens                  | 0,12                          | 0,03-0,21                | p<0,01           | 0,04        | 0,00-0,07                | p<0,01           |
| Óvulos                  | 0,06                          | 0,05-0,07                | p<0,01           | 0,30        | 0,24-0,37                | p<0,01           |
| Grãos                   | 0,08                          | 0,07-0,09                | p<0,01           | 0,22        | 0,13-0,30                | p<0,01           |

No cabeçalho: b = coeficiente angular da regressão linear simples e IC<sub>95</sub> = intervalo de confiança do coeficiente angular a 95% de probabilidade.



**Figura 1.** Relação entre as perdas totais nos componentes de produção e a produtividade do feijoeiro. Coimbra, MG. 2005-2007.



**Figura 2.** Diagrama de ordenação da análise de redundância (RDA) do efeito das pragas indiretas nas perdas nos componentes críticos de produção do feijoeiro.  $F= 8,82$ ;  $p=0,002$  e 499 permutações. O primeiro e segundo eixos contribuíram com 28,77 e 23,64% de explicação da variância total. O comprimento dos vetores é proporcional à importância da variável. Variáveis com correlação positiva possuem vetores com mesma direção e sentido. Variáveis com correlação negativa possuem vetores com mesma direção e sentido contrário. Quando o ângulo entre os vetores é de  $90^\circ$  as variáveis não são correlacionadas.

#### 4. DISCUSSÃO

As maiores produtividades foram obtidas nos cultivos de verão-outono seguidas das observadas na época de inverno-primavera. As maiores perdas totais ocorreram nos cultivos de primavera-verão. Verificou-se que quanto maiores foram às perdas totais menor foi à produtividade do feijoeiro.

Condições como altas precipitações pluviométricas e temperaturas encontradas na época de primavera-verão podem provocar perdas nos componentes de produção do feijoeiro, visto que essa planta é bastante sensível ao excesso de umidade do solo, como também a altas temperaturas (Doorenbos & Kassan 1979). Assim, maiores produtividades foram alcançadas através do manejo adequado da irrigação aliado a chuvas esparsas e temperaturas amenas das épocas de verão-outono e inverno-primavera (Silveira & Stone 1998).

Não foi observado diferenças na produtividade e perdas nos componentes de produção em função dos sistemas de plantio. A manutenção

de resíduos culturais na superfície do solo no plantio direto proporciona maior eficiência na manutenção da umidade disponível sob condições de baixa precipitação e aumento de fertilidade, devido à melhoria das condições físicas, químicas e biológicas no solo (Moody et al. 1961, Santos et al. 1995). Entretanto, o sistema de plantio direto depende da quantidade, qualidade, uniformidade e a relação C/N da palhada que influenciam no maior tempo de permanência da cobertura vegetal refletindo em proteção contra ao excesso de chuvas e retenção de umidade do solo por mais tempo culminando em maiores rendimentos de grãos. Por isso, como neste trabalho, vários autores também não observaram diferenças na produtividade entre os sistemas de plantio trabalhando com a cultura do feijoeiro (Nakagawa et al. 2003, Nunes et al. 2007, Oliveira et al. 2003) possivelmente, devido ao manejo adequado da irrigação e da adubação.

O componente crítico de perdas na época de primavera-verão foram os componentes de flor, vagens e óvulos e nos cultivos de verão-outono e inverno-primavera a flor. O período crítico do feijoeiro começa 15 dias antes da floração até o enchimento de grão, período no qual se a cultura for exposta a condições de extremas de altas precipitações pluviométricas e temperaturas estarão sujeitas a queda na produtividade (Vieira et al. 2006).

As causas de perdas no componente óvulos foram a não fecundação, no componente flor, o seu abortamento, e, vagens, a má formação. Essas perdas normalmente atingem cerca de 50 a 70% das perdas totais (Hoffmann Jr. et al.

2007), sendo influenciadas, por condições extremas de temperaturas, chuvas e manejo inadequado da adubação, pragas e doenças (Ventimiglia et al. 1999, Hao et al. 2002, Reitz 2009, Hochwender et al. 2003). As plantas respondem ao ataque de pragas ajustando seus componentes, como a altura de plantas, número de flores, frutos, óvulos e sementes (Stephenson 1980, Lee & Bazzaz 1986, Gorchov 1988). Além disso, a herbivoria pode reduzir a resistência das plantas ao déficit hídrico, diminuir a translocação de fotoassimilados para os órgãos reprodutivos, induzir a produção de ácido abscísico e etileno, ocasionando a abscisão de varias partes das plantas.

Nesse sentido, a má formação de vagens coincide com o maior ataque de *D. speciosa* e *C. arcuatus*. Os danos provocados pelo ataque de larvas desses insetos a raízes e nódulos reduzem a resistência das plantas ao estresse hídrico (Cardona et al. 1982, Teixeira et al. 1996) e à taxa de fixação do nitrogênio atmosférico em até 45% (Layton & Boethel 1987). Os adultos ainda podem comprometer a produção de fotoassimilados, através da redução da área fotossintética (Salles 2000, Marques et al. 1999), culminando em redução da translocação de fotoassimilados para os órgãos reprodutivos.

As densidades dos sugadores de seiva *B. tabaci* correlacionam positivamente com o abortamento de flores e má formação de vagens e *E. kraemeri*, com o abortamento de flores. *E. kraemeri*, ao se alimentar, consome o conteúdo das células do floema (Backus & Hunter 1989, Kabrick & Backus 1990, Pirone et al. 2002), introduz toxinas no tecido vascular, ocasionando

hipertrofia e colapso das células cambiais (Pirone et al. 2002, Ecale & Backus 1995), comprometendo, assim, o transporte de fotoassimilados às diversas partes das plantas, incluindo as raízes, gemas e órgãos reprodutivos.

A mosca-branca compromete a translocação de fotoassimilados para as partes da planta devido à ingestão de grandes quantidades de seiva (Byrne & Miller 1990), transmissão do vírus do mosaico dourado (VMDF) (Gálvez & Morales 1989), além da alteração da morfologia dos cloroplastos, tecidos do floema e células adjacentes ao parênquima, devido à injeção de toxinas (Faria et al. 1996). Plantas severamente atacada por esses sugadores tornam-se mais sensíveis ao déficit hídrico, devido à redução do crescimento das raízes (Flinn et al. 1990).

Os tripes *F. occidentalis* e *C. phaseoli* correlacionaram com o abortamento de flores e *T. tabacci* com a má formação dos óvulos. Os tripes atacam diretamente as flores, causando a destruição de botões florais e má formação dos frutos (Ananthakrishnan 2003, Parella et al. 1990), além de comprometer a produção e translocação de fotoassimilados para os órgãos reprodutivos da planta devido à ingestão de seiva e redução de área fotossintética.

## 5. CONCLUSÕES

O sistema de plantio não influencia nas perdas nos componentes de produção e na produtividade do feijoeiro.

Na época de primavera-verão ocorrem as maiores perdas e menores produtividades sendo a menos propícia para o cultivo da cultura.

Os componentes críticos de perdas são as flores, vagens e óvulos. Os fatores chave de perdas são o abortamento de flores e a má formação de vagens e óvulos.

As perdas por abortamento de flores são devido ao ataque de *B. tabaci*, *C. phaseoli*, *E. kraemeri* e *F. occidentalis*. As perdas por má formação das vagens estão associadas aos danos provocados pelo ataque de *B. tabaci*, *C. arcuatus* e *D. speciosa*. Já o ataque de *T. tabaci* provocam perdas por má formação de óvulos.

## 5. LITERATURA CITADA

- Ananthakrishnan, T. N. Bionomics of Thrips. **Annual Review of Entomology**, v.38, p.71-92. 2003.
- Backus, E. A. & Hunter, W. B. Comparison of feeding behavior of the potato leafhopper *Empoasca fabae* (Homoptera:Cicadellidae) on alfalfa and broad bean leaves. **Environmental Entomology**, v.18, p.473-480. 1989.
- Barrigossi, J. A. F.; Lopes, N. F.; Chandler, L. Resposta fisiológica do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao forate e suas conseqüências entomológicas. II. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca. **Revista Ceres**, v.35, p.341-354. 1988.
- Brasil. Regras para análise de sementes. Agrária, M. D. A. E. R.: Brasília: SNDA/DNDV/CLAV: 365 p. 1992.
- Byrne, D. N. & Miller, W. B. Carbohydrate and amino acid composition of phloem sap and honeydew produced by *Bemisia tabaci*. **Journal of Insect Physiology**, v.36, p.433-439. 1990.
- Cardona, C.; Gonzalez, R.; Schoonhoven, A. V. Evaluation of damage to common beans by larvae and adults of *Diabrotica balteata* and *Cerotoma facialis*. **Journal of Economic Entomology**, v.75, p.324-327. 1982.
- Doorenbos, J. & Kassam, A. H. **Yield response to water**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1979. 193 p.
- Ecale, C. L. & Backus, E. A. Time course of anatomical changes to stem vascular tissue of alfalfa, *Medicago sativa*, from probing injury by the potato leafhopper, *Empoasca fabae*. **Canadian Journal of Botany**, v.73, p.288-298. 1995.
- Faria, J. C.; Anjos, J. R. N.; Costa, A. F.; Sperâncio, C. A.; Costa, C. L. Doenças causadas por vírus e seu controle. In: Araujo, R. S.; Rava, C. A.; Stone, L. F.; Zimmermann, M. J. O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.731-760.

- Flinn, P. W.; Hower, A. A.; Knievel, D. P. Physiological response of alfalfa to injury by *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae). **Environmental Entomology**, v.19, p.176-181. 1990.
- Freddi, O. S.; Carvalho, M. P. C.; Centurion, J. F. C.; Barbosa, G. F. Variabilidade espacial da produtividade do feijão em um latossolo vermelho distroférico sob preparo convencional e plantio direto. **Maringá**, v.27, p.61-67. 2005.
- Gálvez, G. E. & Moráles, F. J. **Bean Production in the Tropics**. Cali, Colômbia: International Center for Tropical Agriculture. 1989.
- Gorchov, D. L. Effects of pollen and resources on seed number and other fitness components in *Amelanchier arborea* (Rosaceae: Maloideae). **American Journal of Botany**, v.75, p.1275–1285. 1988.
- Hacourt, D. G. Crop life tables as a pest management tool. **Canadian Entomologist**, v.102, p.950-955. 1970.
- Hao, X.; Shipp, J. L.; Wang, K.; Papadopoulos, A. P.; Binns, M. R. Impact of western flower thrips on growth, photosynthesis and productivity of greenhouse cucumber. **Scientia Horticulturae**, v.92, n.3-4, p.187-203. 2002.
- Hochwender, C. G.; Sork, V. L.; Marquis, R. J. Fitness Consequences of Herbivory on *Quercus alba*. **American Midland Naturalist**, v.150, p.246–253. 2003.
- Hoffmann Jr., L.; Ribeiro, N. D.; Rosa, S. S.; Jost, E.; Poersch, N. L.; Medeiros, S. L. P. Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo: scielo. 37: 1543-1548 p. 2007.
- Ibge. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso 04/02/2009.
- Kabrick, L. R. & Backus, E. A. Salivary deposits and plant damage associated with specific probing behaviors of the potato leafhopper, *Empoasca fabae*, on alfalfa stems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.56, p.287-304. 1990.
- Layton, M. B. & Boethel, D. J. Reduction in N<sub>2</sub> Fixation by Soybean in Response to Insect-Induced Defoliation. **Journal of Economic Entomology**, v.80, p.1319-1324. 1987.
- Lee, T. D. & Bazzaz, F. A. Maternal regulation of fecundity: non-random ovule abortion in *Cassia fasciculata* Michx. **Oecologia**, v.68, p.459–465. 1986.
- Leite, L. G. D.; Picanço, M. C.; Nuno, R. M.; Zanuncio, J. C. Efeito de inseticidas sistêmicos aplicados no solo na produção do feijoeiro. *Bragantia*, v. 55, p.279-287. 1996.
- Marques, G. B. C.; Ávila, C. J.; Parra, J. R. P. Danos causados por larvas e adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1983-1986. 1999.
- Moody, J. E.; Sher, G. M.; Jones Junior, J. N. Growing corn without tillage. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.6, p.516-517. 1961.
- Morris, R. F. & Miller, C. A. The development of life tables for the spruce budworm. **Canadian Journal of Zoology**, v.32, n.5, p.283-301. 1954.

- Moura, M. F. **Danos, sistema de tomada de decisão de controle e distribuição espacial de *Empoasca Kraemeri* na cultura do feijoeiro.** Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 97 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia).
- Nakagawa, J.; Gaspar, C. M.; Santos, J. R.; Cardoso, C. L.; Bicudo, S. J. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas. **Acta Scientiarum**, v.25, p.73-80. 2003.
- Nunes, U. R.; Santos, N. F.; Farnezi, M. M. M.; Andrade Júnior, V. C.; Brandão Júnior, D. S.; Pereira, G. D. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em plantio direto sobre diferentes coberturas de plantas em Diamantina, MG **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1737-1743. 2007.
- Oliveira, G. C.; Dias Junior, M. S.; Resck, D. V. S. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.291-299. 2003.
- Parella, M. P.; Mccaffey, J. P.; Horsburgh, R. L. Compatibility of *Leptothrips mali* with *Stethorus punctum* and *Orius insidiosus*: predators of *Panonychus ulmi*. **Environmental Entomology**, v.9, p.694-696. 1990.
- Picanço, M. & Marquini, F. Manejo integrado de pragas de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, n.8, p.p. 275-324. 1999.
- Picanço, M. C. **Entomofauna e danos das pragas associadas à cultura de ervilha (*Pisum sativum* L.), em quatro épocas de plantio e 54 cultivares.** Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992. 310 p. .
- Picanço, M. C. M., F.; Galvan, T. L. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivô central e Plantio direto.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2001. p.722 p.
- Picanço, M. C.; Faleiro, F. G.; Pallini Filho, A.; Matioli, A. L. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. **Horticultura Brasileira**, v.15, p.88-91. 1997.
- Picanço, M. C.; Leite, G. L. D.; Guedes., R. N. C.; Silva, E. A. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, v.17, p.447-452. 1998.
- Pirone, C. L.; Alexander, C. L.; Lamp, W. O. Patterns of starch accumulation in alfalfa subsequent to potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) injury. **Environmental Entomology**, v.34, p.199-204. 2002.
- Podoler, H. & Rogers, D. A new method for the identification of key factors from life-table data. **Journal Animal Ecology**, v.44, p.85-114. 1975.
- Quintela, E. D. Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. In: (Ed.). **Informe Agropecuário**, v.25 (223), 2004. p.113-136.
- Reitz, S. R. Biology and Ecology of the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae): The Making of a Pest. **Florida Entomologist**, v.92, p.7-13. 2009.

- Salles, L. A. Incidência de danos de *Diabrotica speciosa* em cultivares e linhagens de batata: *scielo*. 30: 205-209 p. 2000.
- Santos, H. P. D.; Fancelli, A. L.; Reis, E. M.; Lhamby, J. C. B. Efeito da rotação de culturas no rendimento de grãos e na severidade de doença do sistema radicular de trigo em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.923-929. 1995.
- Silva, F. M.; Guedes, R. N. C.; Picanço, M. C.; Regazzi, A. J. Response of arthropods associated with the canopy of common beans subject to imidacloprid spraying. **Journal of Applied Entomology**, v.126, p.550-556. 2002.
- Silva, F. M.; Picanço, M. C.; Guedes, R. N. C.; Ferreira, P. S. F. Imidacloprid impact on arthropods associated with canopy of common beans. **Neotropical Entomology**, v.32, p.335-342. 2003.
- Silveira, P. M. & Stone, L. F. Irrigação. In: Vieira, C. P. J., T.J.; Borem, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1998. p.181-220.
- Singh, G. R. & Emdem, H. F. Insect pests of grain legumes. **Annual Review of Entomology**, v.24, p.255-278. 1979.
- Stephenson, A. G. Fruit set, herbivory, fruit reproduction, and the fruiting strategy of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). **Ecology**, v.61, p.57-64. 1980.
- Teixeira, M. L. F.; Coutinho, H. L. C.; Franco, A. A. Effects of *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae) on Predation of Nodules and on N<sub>2</sub> Fixation of *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Economic Entomology**, v.89, p.165-169. 1996.
- Ter Braak, C. J. F. & Smilauer, P. **CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)**. Microcomputer Power. New York: Ithaca. 1998. 351 p. p.
- Ventimiglia, L. A.; Thomas, A. L.; Pires, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.195-199. 1999.
- Vieira Jr., P.; Dourado Neto, D.; Smiderle, O. J.; Cicero, S. M. Efeitos de métodos de irrigação sobre a produção e a qualidade de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, p.100-105. 1998.
- Vieira, C. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 1988. 231p.
- Vieira, C.; Borém, A.; Ramalho, M. A. P. Melhoramento do feijão. In: Borém, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV editora, 1999. p.273-349.
- Vieira, C.; De Paula Jr., T. J.; Borém, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, v.2<sup>a</sup> ed. 2006. 600 p.

## FATORES DETERMINANTES DO ATAQUE DE PRAGAS AO FEIJOEIRO

RESUMO - O conhecimento dos fatores que determinam o ataque de pragas é essencial na elaboração de estratégias e táticas do manejo de controle. Assim, objetivou-se estudar o efeito da fenologia do feijoeiro, dos elementos climáticos, sistemas e épocas de plantio na variação sazonal de populações de pragas do feijoeiro. A cultura foi plantada em plantio direto e convencional em cultivos de primavera-verão, verão-outono e inverno-primavera. No período experimental avaliaram-se semanalmente os estádios fenológicos da planta e as densidades das pragas, de seus inimigos naturais e dos insetos detritívoros no dossel do feijoeiro. Os elementos climáticos foram monitorados diariamente por uma estação meteorológica instalada no local. Verificaram-se que as densidades de insetos praga foram influenciadas pelas épocas de cultivo, elementos climáticos, estágio fenológico das plantas e populações de inimigos naturais. As maiores densidades de *Cerotoma arcuatus*, *Diabrotica speciosa* e *Frankiniella occidentalis* ocorreram nos cultivos de primavera-verão e em plantas no estágio de formação e enchimento de vagens. As maiores intensidades de ataque de *Bemisia tabaci*, *Empoaca kraemeri* e *Thrips tabaci* ocorreram nos cultivos de inverno-primavera e em plantas em floração. Já as

maiores densidades de *Caliothrips phaseoli* ocorreram nos cultivos de verão-outono e em plantas no estágio vegetativo. Os elementos climáticos que influenciaram a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro foram as chuvas, a temperatura do ar e o fotoperíodo. Os inimigos naturais que cujas densidades estiveram associadas a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro foram o parasitóide *Encarsia* sp. e os predadores aranhas, *Calosoma* sp., formigas, *Geocoris* sp., *Nabis* sp. e *Orius incidiosus*. Os insetos detritívoros *Collembolla* influenciaram positivamente as populações de aranhas, formigas e *Calosoma* sp.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, épocas de cultivo, estágio fenológico, elementos climáticos, insetos desfolhadores, insetos sugadores.

## DETERMINANTS FACTORS OF PEST ATTACK IN COMMON BEANS

ABSTRACT – The Knowledge of factors which determine insect pest attack is essential to developing strategies and tactics for management and pest control. So, this work aimed to study the effect of plant growth stages, climatic elements, planting systems, and seasonal variation of pest populations. The crop was planted in no-tillage and conventional systems in spring-summer, summer-autumn and winter-spring. In the experimental period were evaluated weekly plant growth stages, pests densities, natural enemies and detritivores insects. The climatic elements were monitored daily by a meteorological station installed on site. The insect pest densities were influenced by cropping season, climatic elements, plant phenology and natural enemy populations. The highest densities of *Cerotoma arcuatus*, *Diabrotica speciosa* and *Frankiniella occidentalis* occurred in spring-summer in plants at pod-fill stage. Higher attack intensities of *Bemisia tabaci*, *Empoaca kraemeri* and *Thrips tabaci* occurred in winter-spring at flower stage. The highest densities of *Caliothrips phaseoli* occurred in summer-autumn at plants in vegetative stage. The climatic elements rainfall, air temperature and photoperiod influenced the densities of insect

pests. The natural enemies whose densities were associated with intensity of insect pests attack were the *Encarsia* sp., *Geocoris* sp., spiders, *Calosoma* sp., ants, *Nabis* sp. and *Orius incidiosus*. Collembolla positively influenced the populations of spiders, ants and *Calosoma* sp.

**Key words:** Phaseolus vulgaris, cropping season, growth stage, climatic elements, defoliators, sucking insects.

## 1. INTRODUÇÃO

Recentes estudos têm-se dedicado a investigar o papel dos componentes do agroecossistema sobre a abundância de insetos fitófagos. O conhecimento das forças que regulam a dinâmica populacional desses organismos resulta em importantes implicações para estudos de dinâmica de populações e para o desenvolvimento de eficientes sistemas de manejo de pragas (Furlong et al. 2004, Naranjo & Ellsworth 2005, Bacci 2006). Dentre estes componentes, os elementos climáticos, os inimigos naturais, as características da planta hospedeira e o manejo da cultura estão entre os mais importantes.

A sazonalidade climática é o fator que mais influencia a comunidade de insetos fitófagos (Dixon et al. 1987, Risch 1987, Pons et al. 1993, Debaraj & Singh 1996, Dixon 1998, Tang et al. 1999). Os elementos climáticos podem afetar direta ou indiretamente a abundância destes organismos. Entre as possíveis ações diretas está a ação do fotoperíodo afetando a diapausa; das chuvas como fator de mortalidade de ovos, larvas e ninfas; e da temperatura do ar afetando o desenvolvimento e a reprodução (Pereira 2002, Xu et al. 2009,

Horowitz 1986, Schoonhoven 2005). Já a ação indireta pode ocorrer pela influência do clima sobre os inimigos naturais e a composição química da planta hospedeira (Castelo Branco 1992, Bacci 2006).

Os principais agentes de controle biológico de insetos fitófagos são predadores, parasitóides e entomopatógenos. Estes inimigos naturais são importantes componentes da fauna, sendo essenciais para o equilíbrio da comunidade de artrópodes atuando de forma direta ou indireta nas cadeias tróficas da maioria dos agroecossistemas (Gerling et al. 2001, Pearce et al. 2006).

Da mesma forma, a fase fenológica da planta hospedeira desempenha importante papel na dinâmica populacional de insetos fitófagos. Ao longo do desenvolvimento ocorrem mudanças na estrutura da planta e nas estratégias de alocação de nutrientes e de defesa contra pragas e doenças (Campos et al. 2003). Esses fatores podem reduzir a viabilidade dos ovos e afetar os processos fisiológicos durante os processos de muda e metamorfose dos insetos (Awmack & Leather 2002).

Adicionalmente aos fatores de ocorrência natural, as práticas adotadas no manejo da cultura também podem afetar a abundância de insetos fitófagos. Dentre estas práticas, a época de plantio e o sistema de semeadura devem ser considerados. A escolha da época de plantio irá refletir a influência dos elementos climáticos nas comunidades de artrópodes (Wu & Guo 2005, Anu et al. 2009). Já os sistemas de semeadura afetam as forças que atuam no equilíbrio das comunidades destes organismos (Mulugueta & Stoltenberg 1997, Guedes & Guedes 2001). O sistema convencional e o plantio direto apresentam características muito distintas e o impacto de cada um sobre a comunidade de artrópodes vai variar na forma e magnitude, afetando assim as

populações de insetos fitófagos (Stinner 1990, Badji et al. 2002, Pereira et al. 2005).

O plantio convencional caracteriza-se pelo revolvimento do solo com impacto direto na mortalidade dos artrópodes. Já o plantio direto contribui para a formação de uma cascata trófica entre artrópodes detritívoros, herbívoros e inimigos naturais, devido à maior disponibilidade de alimentos e detritos orgânicos. Estes recursos favorecem as populações de artrópodes detritívoros, que por sua vez aumentam a incidência de predadores responsáveis pelo controle biológico de insetos fitófagos (Persson 1999, Halaj & Wise 2001, Shurin et al. 2002, Pereira et al. 2005).

Um modelo que permite estudar esses componentes é o agroecossistema formado pelo feijoeiro. Nesta cultura, os principais insetos fitófagos são as vaquinhas desfolhadoras *Cerotoma arcuatus* Olivier e *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae); os sugadores de seiva *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Hemiptera: Cicadellidae) e *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) e os sugadores de conteúdo celular *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankiniella occidentalis* (Pergande) e *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) (Picanço et al. 2001).

Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da fenologia das plantas, elementos climáticos, inimigos naturais, épocas e sistemas de cultivo na dinâmica populacional das pragas do feijoeiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Condições Experimentais

Este trabalho foi realizado na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa em Coimbra, MG, anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007. O solo local é caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase terraço de textura argilosa. O cultivar utilizado foi o Ouro vermelho do grupo vermelho, de hábito de crescimento indeterminado (tipo II) e ciclo de 85 dias. Na adubação foi usado 250 kg ha<sup>-1</sup> da mistura de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na proporção de 8:28:16. O espaçamento foi de 0,5 m entre fileiras e usou-se 12 sementes por metro de fileira. Na área experimental foram realizadas práticas normais de cultivo conforme Vieira et al. (1999, 2006). Foram realizadas irrigações semanais por aspersão até os 60 dias após o plantio conforme Vieira Jr (1998).

No feijoeiro cultivado em plantio direto a dessecação das plantas daninhas foi realizada 20 dias antes do plantio com a mistura dos herbicidas glyphosate + 2,4-D (1440 + 670 g.ha<sup>-1</sup>). Já no feijoeiro cultivado em plantio convencional, dois dias antes do plantio, foram realizadas uma aração e duas gradagens.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. A parcela experimental foi constituída por área útil de 144 m<sup>2</sup> (12 x

12 m), sendo separadas uma das outras por uma área de 2 m de largura. A semeadura foi realizada no sistema convencional e em plantio direto nos cultivos de primavera-verão, verão-outono e inverno-primavera. No ano agrícola 2005/2006 o cultivo de inverno-primavera foi realizado de 09/08 a 10/11/2005, o cultivo de primavera-verão de 12/11/2005 a 15/02/2006 e o cultivo de verão-outono de 12/02 a 10/05/2006. Já no ano agrícola 2006/2007 o cultivo de inverno-primavera foi realizado de 28/06 a 08/10/2006, o cultivo de primavera-verão de 27/11/2006 a 15/02/2007 e o cultivo de verão-outono de 09/03 a 25/06/2007.

## **2.2. Características avaliadas**

Durante o período experimental avaliaram-se semanalmente as densidades das pragas, de seus inimigos naturais e dos insetos detritívoros no dossel das plantas e os estádios fenológicos do feijoeiro. Os estádios fenológicos do feijoeiro usados foram: estágio vegetativo, floração e formação e enchimento de vagens (Barrigossi et al. 1988).

Os elementos climáticos temperatura média do ar, total de chuvas, umidade relativa do ar média, velocidade média dos ventos, total de insolação e total de horas de luz (fotoperíodo) foram monitorados diariamente por estação meteorológica ( $\mu$ METOS® SMR 300) instalada no local do experimento.

Para amostragem dos artrópodes em cada parcela o ponteiro de cinco plantas foram batidos em bandeja plástica branca (35 cm de comprimento x 30 cm de largura x 5 cm de profundidade) conforme Moura et al. (2007). Os artrópodes coletados foram conservados em frascos com álcool etílico 70%, sendo posteriormente separados em morfoespécies e enviados a taxonomistas para sua identificação.

### 2.3. Análises dos dados

As pragas do feijoeiro foram divididas nas guildas de desfolhadores (*C. arcuatus* e *D. speciosa*), sugadores de seiva (*B. tabaci* e *E. kraemeri*) e sugadores de células (*C. phaseoli*, *F. occidentalis* e *T. tabaci*). Foi realizada análise de trilha para identificar e quantificar as interações diretas e indiretas dos elementos climáticos e densidades de inimigos naturais e de insetos detritívoros sobre as intensidades de ataque de pragas de cada guilda.

O coeficiente de trilha calculado prediz a magnitude de cada efeito direto na variável resposta (Mitchell 1993, Sokal & Rohlf 1995). Já as interações entre as variáveis independentes são representadas pelos coeficientes de correlação de Pearson. O efeito indireto de uma variável é calculado quando a trilha passa entre uma ou mais variáveis intermediárias até chegar à variável resposta. Um coeficiente indireto é obtido pelo produto de todos os coeficientes ao longo de uma trilha. Quando mais de uma trilha chega à variável resposta, os coeficientes de trilha indiretos são somados para calcular o coeficiente indireto total (Li 1975, Sokal & Rohlf 1995). Esta análise foi realizada utilizando os procedimentos PROC REG e PROC CALIS do SAS (SAS Institute, 2001) seguindo orientações contidas em Mitchell (1993).

Foram confeccionadas curvas de variação sazonal dos elementos climáticos e das densidades dos insetos praga, inimigos naturais e insetos detritívoros que compuseram os diagramas de trilha de cada guilda de pragas do feijoeiro. Os dados das densidades das pragas que compuseram os diagramas de trilha foram submetidos à análise de redundância (RDA) em função do estágio fenológico das plantas e das épocas de cultivo usando-se o programa Canoco 3.1 (Ter Braak & Smilauer 1998). A significância do diagrama do RDA foi obtida usando a permutação de Monte Carlo testada pelo

teste F a  $p < 0,05$ . O gráfico de ordenação “biplot” gerado por esta análise foi confeccionado usando-se o programa Canodraw 3.0. Neste gráfico os gradientes de reposta foram representados por vetores com origem no ponto central dos dois eixos do diagrama de ordenação. Neste diagrama o comprimento dos vetores é proporcional à importância da variável. Variáveis com correlação positiva possuem vetores com mesma direção e sentido. Já variáveis com correlação negativa possuem vetores com mesma direção e sentido contrário, sendo que quando o ângulo entre os vetores é de  $90^\circ$  as variáveis não possuem correlação.

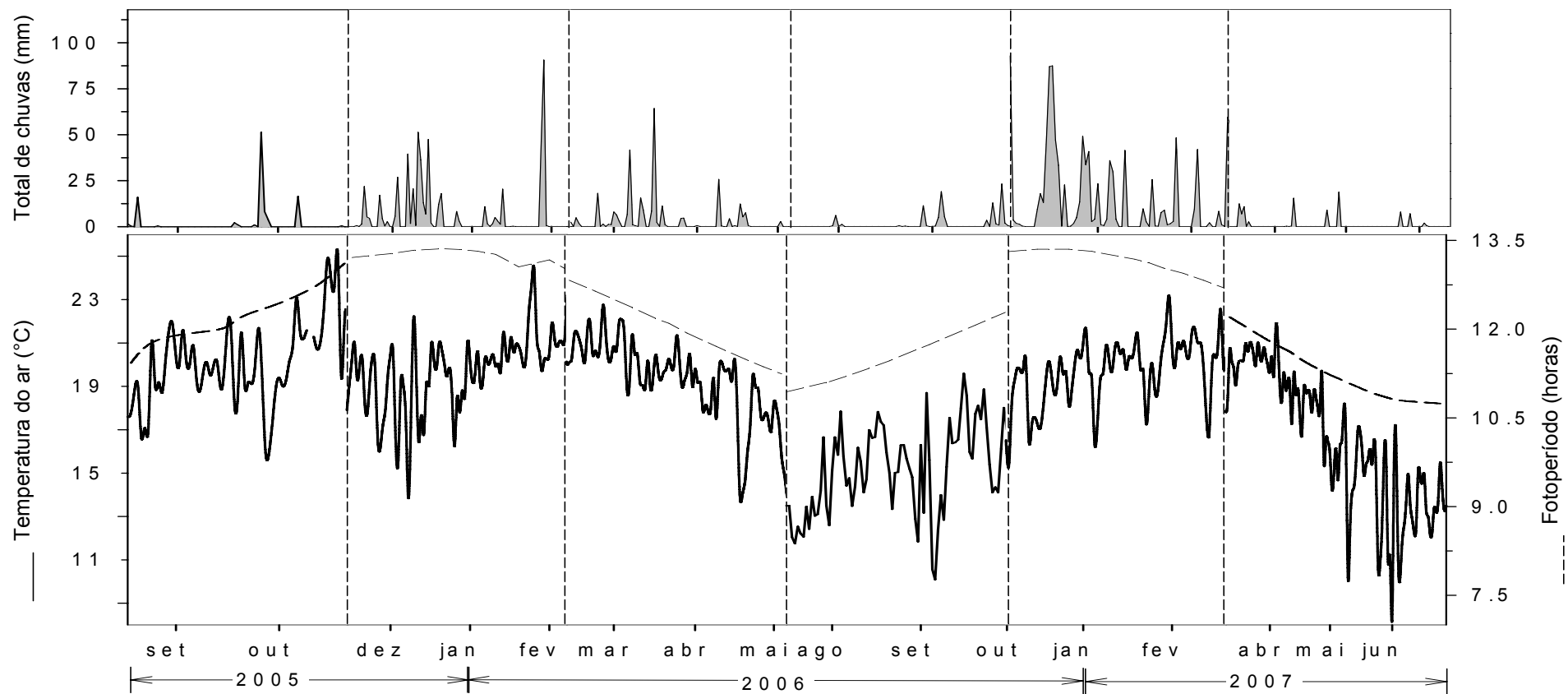
### 3. RESULTADOS

As maiores intensidades de ataque de *C. arcuatus* e de *D. speciosa* ocorreram nos cultivos de primavera-verão, sobretudo quando as plantas estavam no estágio de formação e enchimento de vagens. Não se detectou efeito do sistema de cultivo sobre a intensidade de ataque destas pragas ao feijoeiro. O ataque de *C. arcuatus* e de *D. speciosa* foi maior em dias mais longos. Observou-se que quando ocorreram maiores intensidades de ataque destas duas pragas foram maiores as populações do predador *Calosoma* sp. Observaram-se maiores populações de aranhas quando ocorreram maiores densidades de *D. speciosa*. Maiores densidades de aranhas e de *Calosoma* sp. foram observadas quando ocorreram maiores populações do detritívoro *Hypogastrura* spp. (Figuras 2 a 6 e Tabela 1).

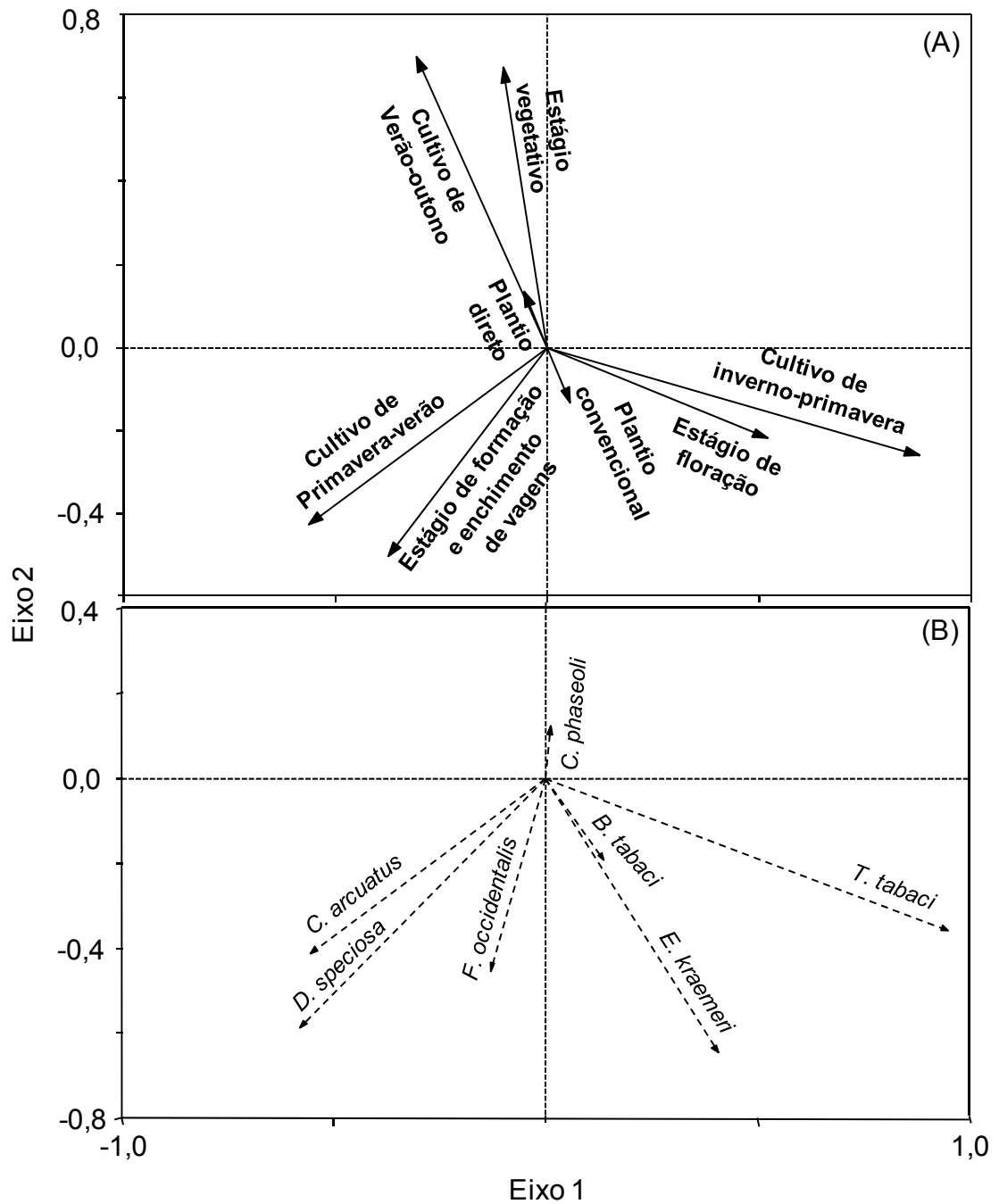
As maiores intensidades de ataque de *E. kraemeri* e de *B. tabaci* ocorreram nos cultivos de inverno-primavera, principalmente quando as plantas estavam em floração. Verificou-se maior ataque destes insetos praga em feijoeiro cultivado no sistema convencional do que o cultivado em plantio direto. O ataque de *E. kraemeri* e de *B. tabaci* foram maiores em períodos de dias

longos e mais secos. Verificou-se que quando ocorreram maiores intensidades de ataque de *E. kraemeri* foram maiores as populações dos predadores *O. insidiosus*, *Nabis* sp. e aranhas. Quando foram observadas maiores intensidades de ataque de *B. tabaci* foram mais elevadas às densidades de formigas predadoras e do parasitóide *Encarsia* sp. Também se verificou que quanto maior a densidade do predador *O. insidiosus* menor foi o ataque de *B. tabaci*. Maiores densidades de aranhas e formigas predadoras foram observadas quando ocorreram maiores populações de Collembolas (Figuras 2, 5, 6, 7, 8 e 9 e Tabela 2).

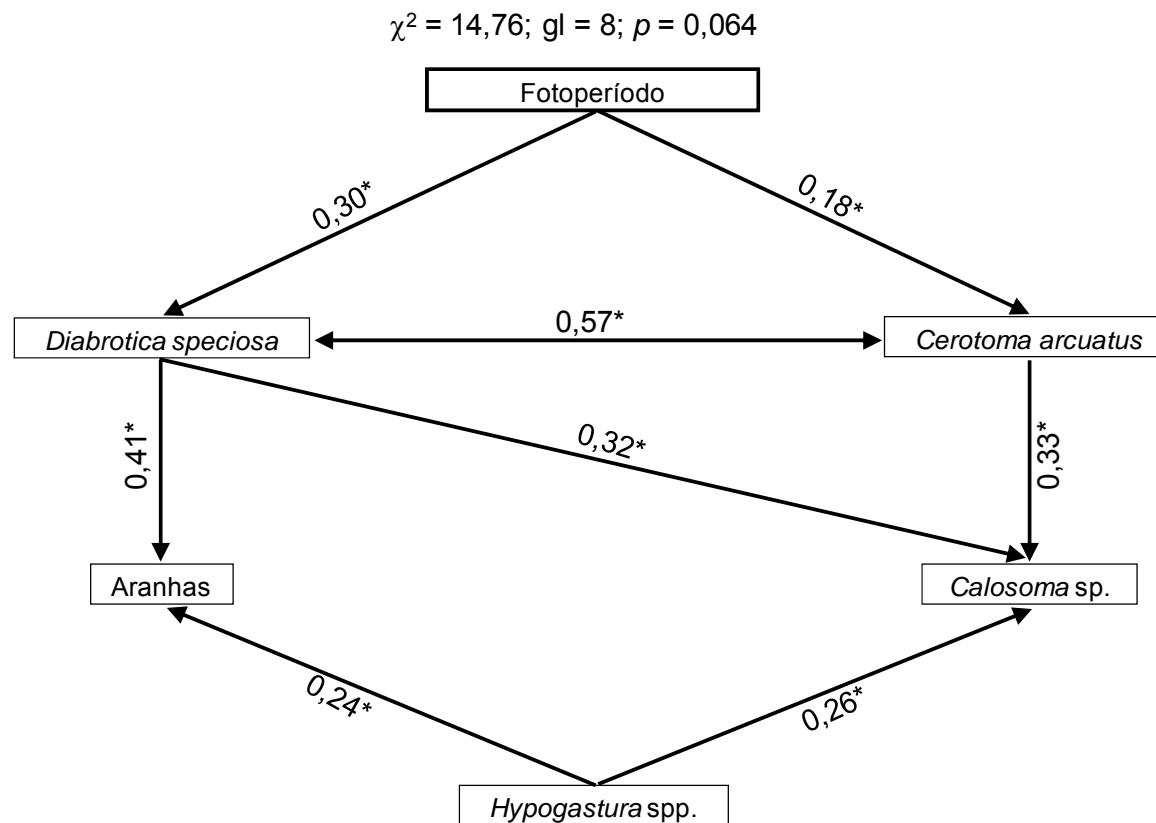
As maiores intensidades de ataque de *T. tabaci* ocorreram nos cultivos de inverno-primavera, principalmente quando as plantas estavam em floração. O maior ataque de *F. occidentalis* ocorreu nos cultivos de primavera-verão, sobretudo quando as plantas estavam no estágio de formação e enchimento de vagens. Já *C. phaseoli* ocorreu nos cultivos de verão-outono, sobretudo quando as plantas estavam no estágio vegetativo. Verificou-se maior ataque de *F. occidentalis* e de *T. tabaci* em feijoeiro cultivado no sistema convencional do que o cultivado em plantio direto, sendo que o inverso ocorreu com *C. phaseoli*. O ataque de *F. occidentalis* foi maior em períodos com dias mais longos e com menor intensidade de chuvas. *T. tabaci* ocorreu em períodos de menor temperatura do ar e *C. phaseoli* ocorreu em épocas quente e secas. Verificou-se que quando ocorreram maiores intensidades de ataque de *C. phaseoli* e *T. tabaci* foi maior a população de *Geocoris* sp. Quando foram observadas maiores intensidades do ataque de *F. occidentalis* e *T. tabaci* foram mais elevadas às densidades do predador *O. insidiosus* e aranhas (Figuras 2, 5, 6, 9, 10 e 11 e Tabela 3).



**Figura 1.** Total de chuvas, temperatura média do ar e fotoperíodo durante os cultivos de Feijão. Coimbra, MG. 2005-2007.



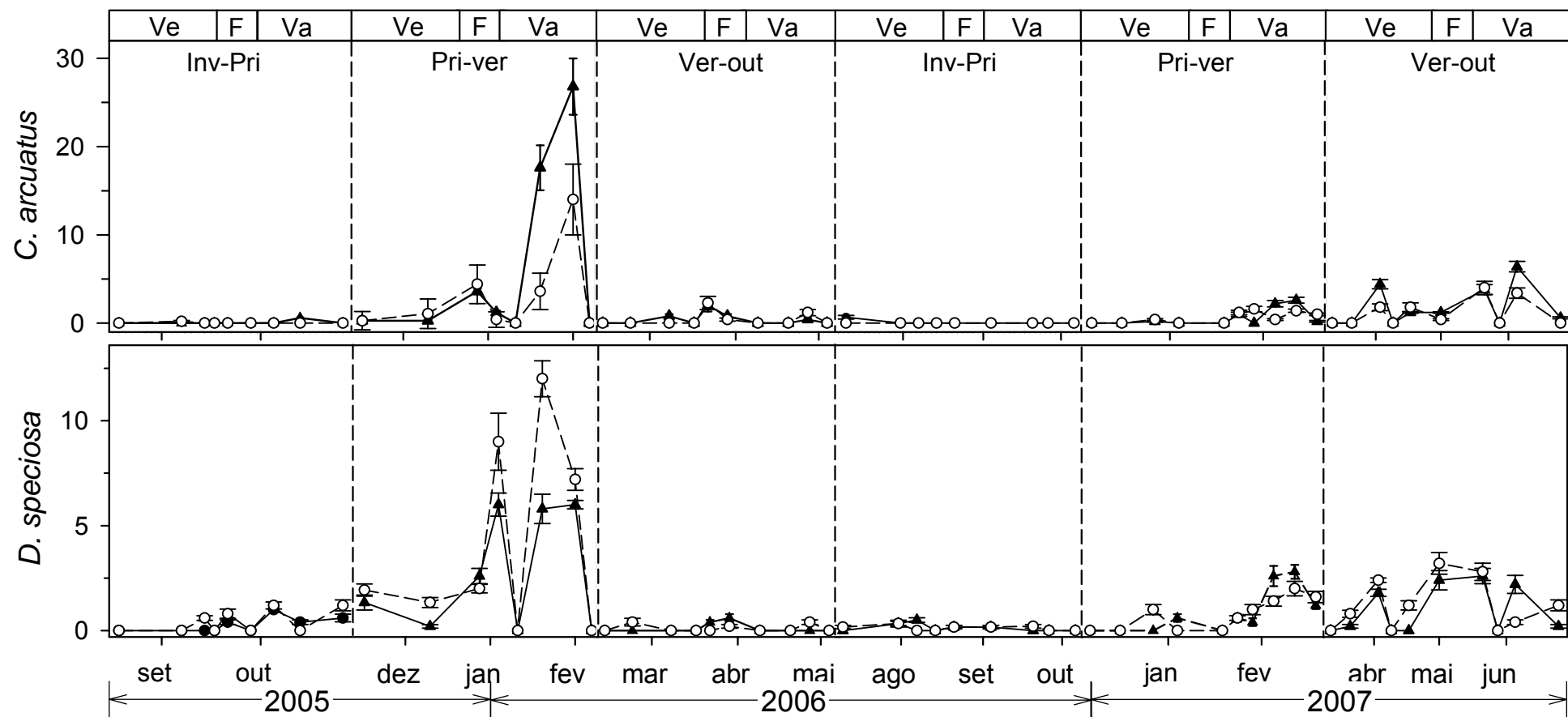
**Figura 2.** Diagrama de ordenação da análise de redundância (RDA) da influência dos estádios fenológicos das plantas, dos sistemas e épocas de cultivo na intensidade de ataque de pragas ao feijoeiro. O primeiro e segundo eixos contribuíram com 44,7 e 33,6% de explicação da variância entre o ataque de pragas e os fatores em estudo. O comprimento das setas é proporcional à importância da variável. Variáveis com correlação positiva possuem setas na mesma direção e sentido e elas têm correlação negativa quando suas setas possuem mesma direção e sentido contrário. Quando o ângulo entre as setas é de 90° as variáveis não são correlacionadas.



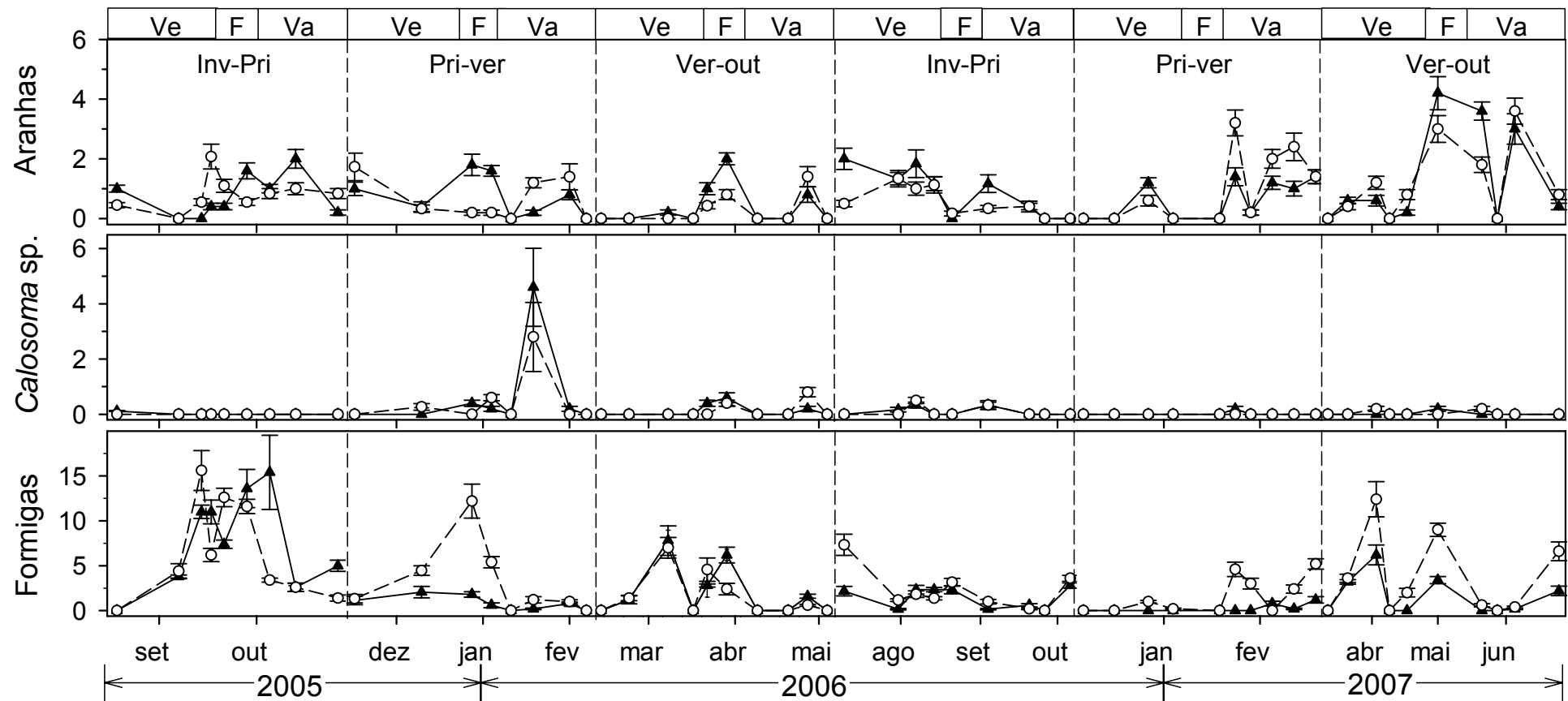
**Figura 3.** Diagrama da análise de trilha entre fotoperíodo, densidades de *Cerotoma arcuatus*, aranhas, *Calosoma* sp. e *Hypogastrura* spp. Setas unidirecionais indicam uma interação causal e setas bidirecionais uma correlação. \* Coeficientes de trilha (efeitos diretos) significativos a  $p < 0,05$ .

**Tabela 1.** Efeito direto, indireto e total do diagrama de trilha para o modelo entre fotoperíodo, densidades de *Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuatus*, aranhas, *Calosoma* sp. e *Hypogastrura* spp.

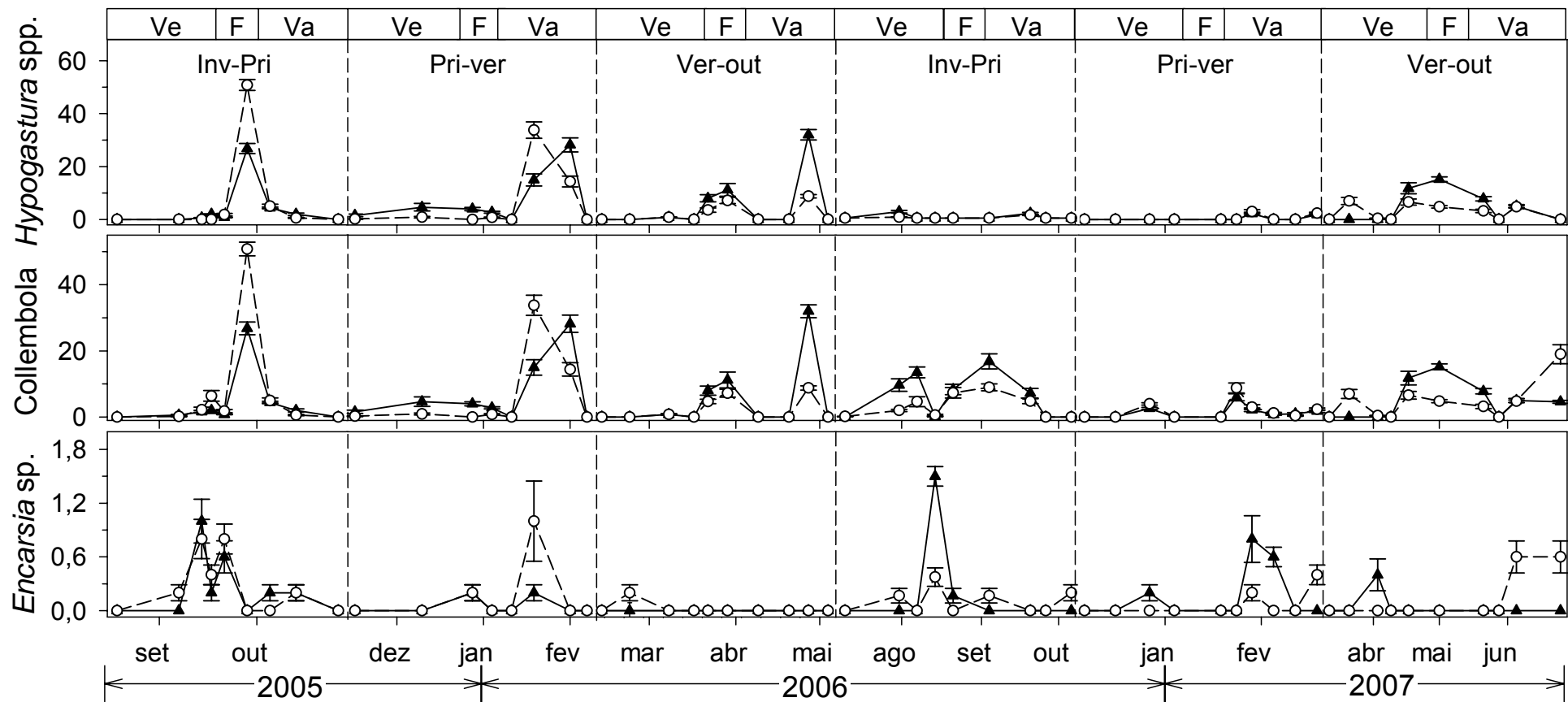
| Variável                   | Efeitos do diagrama de trilha |          |       |                          |          |       |                          |          |       |             |          |       | R <sup>2</sup> |
|----------------------------|-------------------------------|----------|-------|--------------------------|----------|-------|--------------------------|----------|-------|-------------|----------|-------|----------------|
|                            | <i>Diabrotica speciosa</i>    |          |       | <i>Cerotoma arcuatus</i> |          |       | <i>Hypogastrura</i> spp. |          |       | Fotoperíodo |          |       |                |
|                            | Direto                        | Indireto | Total | Direto                   | Indireto | Total | Direto                   | Indireto | Total | Direto      | Indireto | Total |                |
| <i>Diabrotica speciosa</i> | -                             | -        | -     | -                        | -        | -     | -                        | -        | -     | 0,30        | 0,00     | 0,30  | 0,22           |
| <i>Cerotoma arcuatus</i>   | -                             | -        | -     | -                        | -        | -     | -                        | -        | -     | 0,18        | 0,00     | 0,18  | 0,15           |
| <i>Calosoma</i> sp.        | 0,32                          | 0,00     | 0,32  | 0,33                     | 0,00     | 0,33  | 0,26                     | -        | 0,26  | -0,04       | 0,16     | 0,12  | 0,36           |
| Aranhas                    | 0,41                          | 0,00     | 0,41  | -                        | -        | -     | 0,24                     | -        | 0,24  | -0,25       | 0,13     | -0,12 | 0,25           |



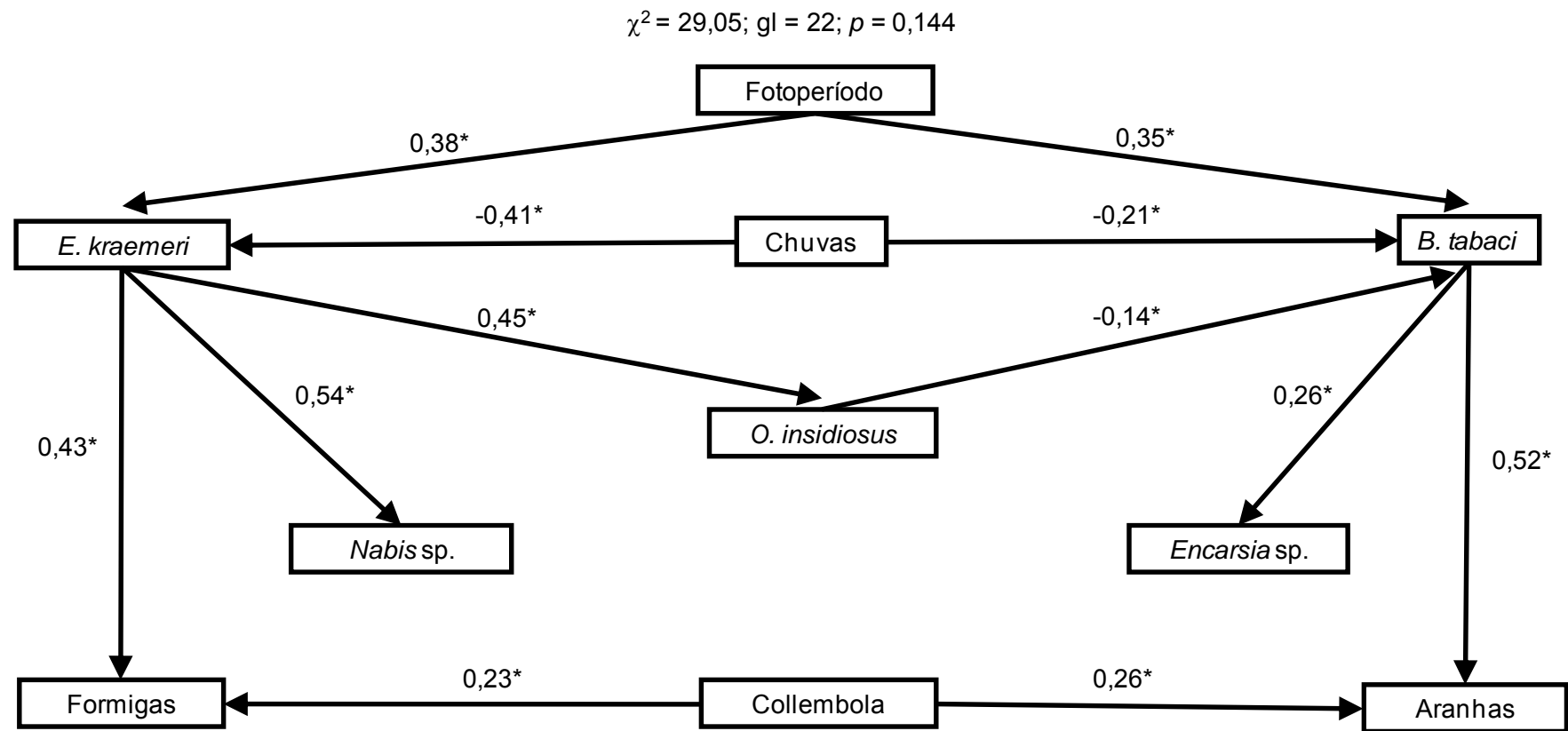
**Figura 4.** Número de adultos de *Cerotoma arcuatus* e de *Diabrotica speciosa* por amostra no feijoeiro nos estádios vegetativo (Ve), de floração (F) e de formação e enchimento de vagens (Va) em cultivos de inverno-primavera (Inv-pri), primavera-verão (Pri-ver) e verão-outono (Ver-out) em plantio convencional ( - - ) e direto ( — ). Coimbra, MG. 2005-2007.



**Figura 5.** Número de adultos dos predadores formigas, *Calosoma* sp. e aranhas por cinco plantas de feijoeiro nos estádios vegetativo (Ve), de floração (F) e de formação e enchimento de vagens (Va) em cultivos de inverno-primavera (Inv-pri), primavera-verão (Pri-out) e verão-outono (Ver-out) em plantio convencional ( - - ) e direto ( — ). Coimbra, MG. 2005-2007.



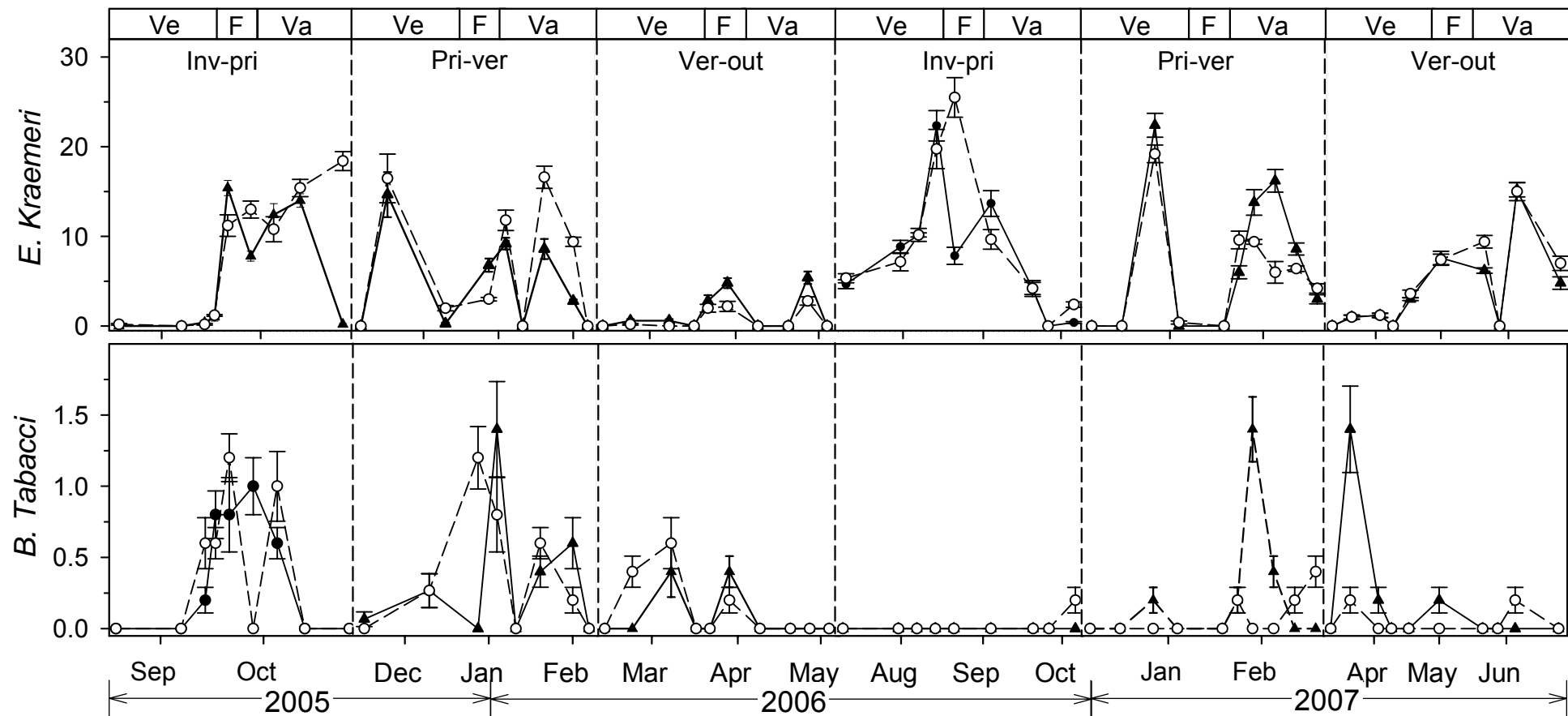
**Figura 6.** Número de *Hypogastrura* spp., total de Collembola e *Encarsia* sp. por amostra no feijoeiro nos estádios vegetativo (Ve), de floração (F) e de formação e enchimento de vagens (Va) em cultivos de inverno-primavera (Inv-pri), primavera-verão (Pri-ver) e verão-outono (Ver-out) em plantio convencional ( - - ) e direto ( — ). Coimbra, MG. 2005-2007.



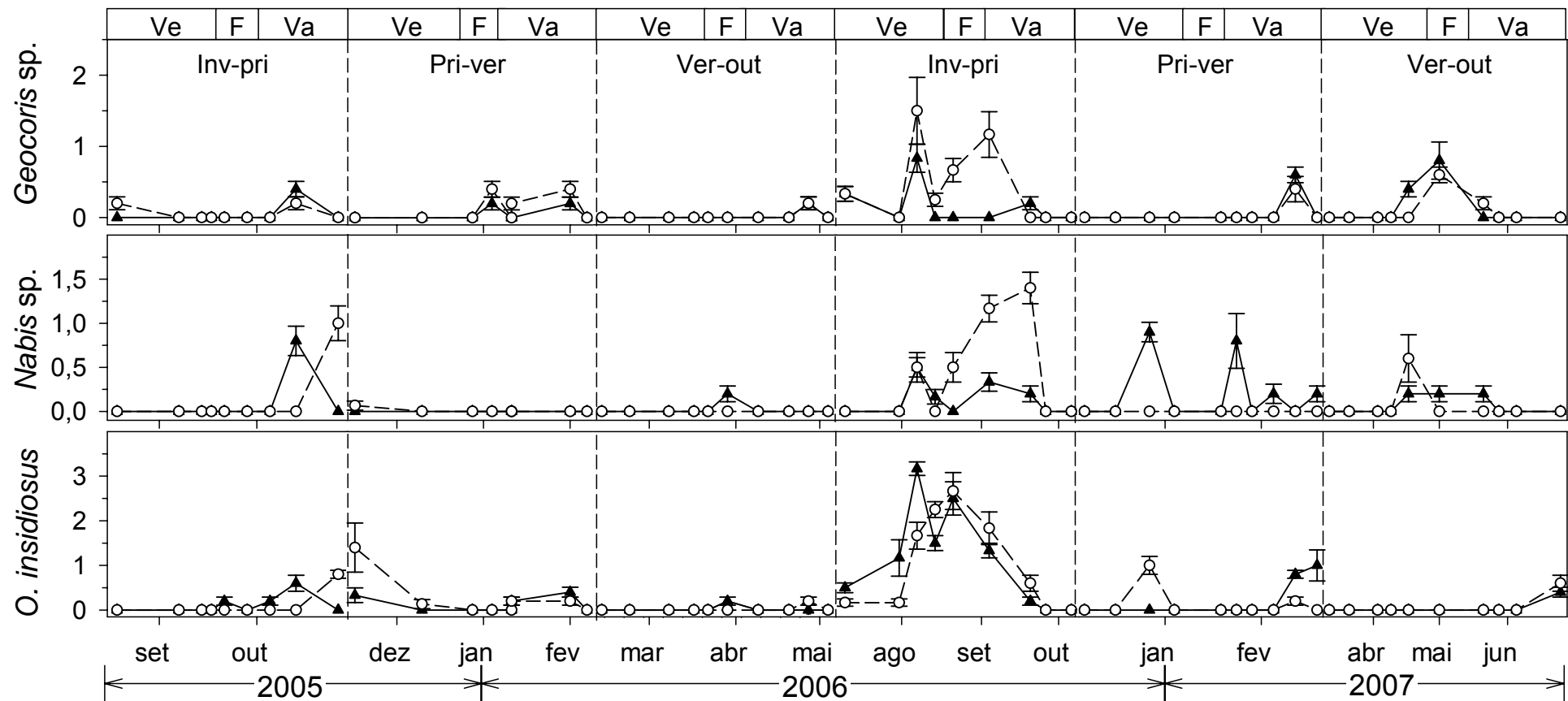
**Figura 7.** Diagrama da análise de trilha entre fotoperíodo, total de chuvas, densidades de *Empoasca kraemeri*, *Orius insidiosus*, *Nabis* sp., aranhas, formigas predadoras, *Encarsia* sp. e Collembolas. Setas unidirecionais indicam uma interação causal e setas bidirecionais uma correlação. \* Coeficientes de trilha (efeitos diretos) significativos a  $p < 0,05$ .

**Tabela 2.** Efeito direto, indireto e total do diagrama de trilha para o modelo entre fotoperíodo, total de chuvas, densidades de *Empoasca kraemeri*, *Orius insidiosus*, *Nabis* sp., aranhas, formigas predadoras, *Encarsia* sp. e Collembolas.

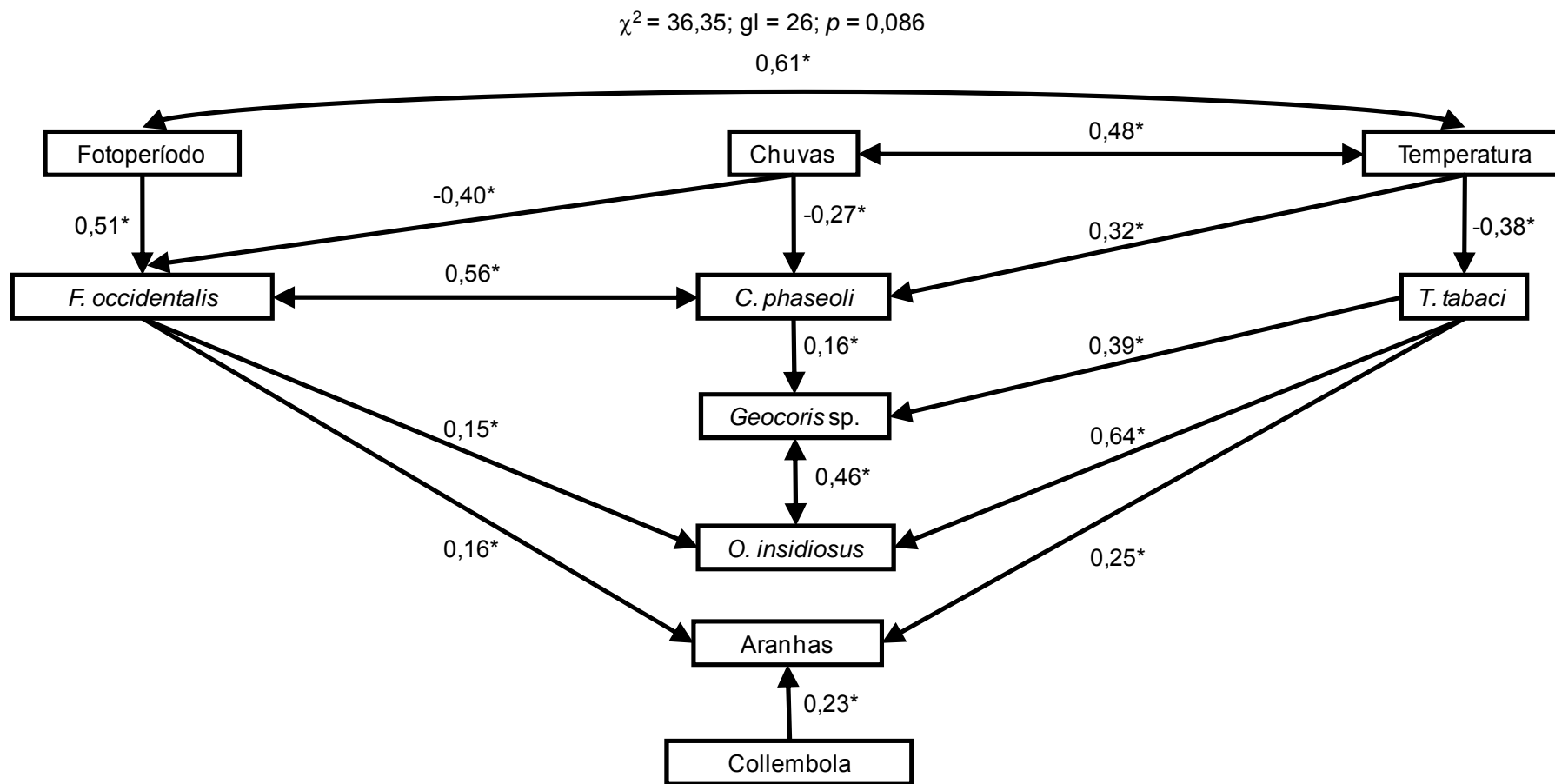
| Variável             | Efeitos do diagrama de trilha |   |       |                    |       |       |             |   |      |                      |       |       |        |       |       |             |       |      | R <sup>2</sup> |
|----------------------|-------------------------------|---|-------|--------------------|-------|-------|-------------|---|------|----------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------------|-------|------|----------------|
|                      | <i>B. tabaci</i>              |   |       | <i>E. kraemeri</i> |       |       | Collembolas |   |      | <i>O. insidiosus</i> |       |       | Chuvas |       |       | Fotoperíodo |       |      |                |
|                      | D                             | I | T     | D                  | I     | T     | D           | I | T    | D                    | I     | T     | D      | I     | T     | D           | I     | T    |                |
| <i>B. tabaci</i>     | -                             | - | -     | -                  | -0,06 | -0,06 | -           | - | -    | -0,14                | -     | -0,14 | -0,21  | 0,04  | -0,17 | 0,37        | -0,02 | 0,37 | 0,09           |
| <i>E. kraemeri</i>   | -0,06                         | - | -0,06 | -                  | -     | -     | -           | - | -    | -                    | -     | -     | -0,41  | -     | -0,41 | 0,38        | -     | 0,38 | 0,09           |
| Aranhas              | -                             | - | -     | 0,43               | -     | 0,43  | 0,23        | - | 0,23 | -                    | -     | -     | -      | -0,17 | -0,17 | -           | 0,16  | 0,16 | 0,24           |
| Formigas             | 0,52                          | - | 0,52  | -                  | -0,03 | -0,03 | 0,26        | - | 0,26 | -                    | -0,07 | -0,07 | -0,19  | -0,09 | -0,28 | 0,05        | 0,18  | 0,23 | 0,39           |
| <i>Nabis</i> sp.     | -                             | - | -     | 0,54               | -     | 0,54  | -           | - | -    | -                    | -     | -     | -0,12  | -0,22 | -0,34 | 0,02        | 0,21  | 0,23 | 0,33           |
| <i>O. insidiosus</i> | -                             | - | -     | 0,45               | -     | 0,45  | -           | - | -    | -                    | -     | -     | -0,13  | -0,18 | -0,32 | -           | 0,17  | 0,17 | 0,24           |
| <i>Encarsia</i> sp.  | 0,26                          | - | 0,26  | -                  | -0,02 | -0,02 | -           | - | -    | -                    | -0,04 | -0,04 | -0,28  | -0,04 | -0,32 | -           | 0,09  | 0,09 | 0,13           |



**Figura 8.** Número de adultos de *Bemisia tabaci* e *Empoasca kraemeri* por amostra no feijoeiro nos estádios vegetativo (Ve), de floração (F) e de formação e enchimento de vagens (Va) em cultivos de inverno-primavera (Inv-pri), primavera-verão (Pri-ver) e verão-outono (Ver-out) em plantio convencional ( - - ) e direto ( — ). Coimbra, MG. 2005-2007.



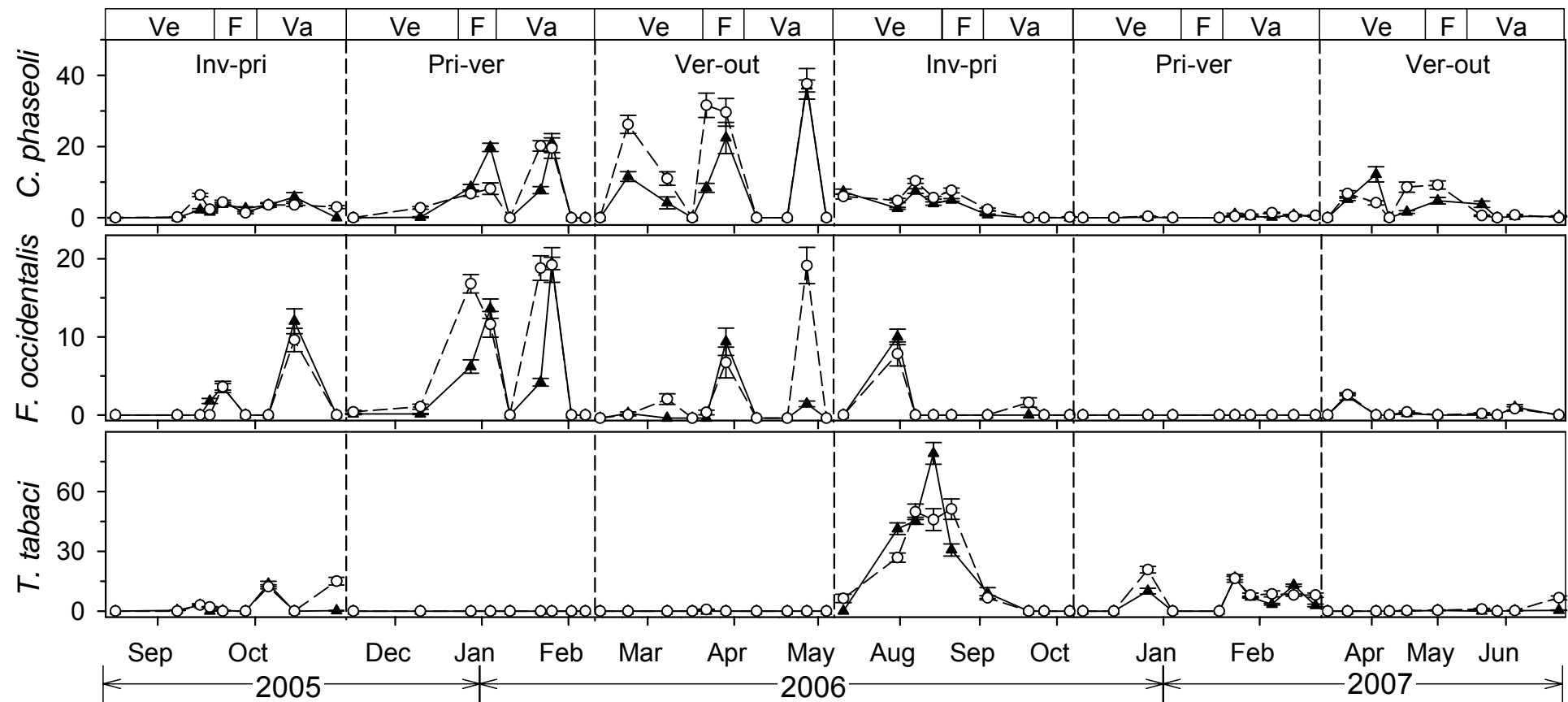
**Figura 9.** Número de adultos de *Geocoris sp.*, *Nabis sp.* e *Orius insidiosus* por amostra no feijoeiro nos estádios vegetativo (Ve), de floração (F) e de formação e enchimento de vagens (Va) em cultivos de inverno-primavera (Inv-pri), primavera-verão (Pri-ver) e verão-outono (Ver-out) em plantio convencional ( - - ) e direto ( — ). Coimbra, MG. 2005-2007.



**Figura 10.** Diagrama da análise de trilha entre fotoperíodo, temperatura média do ar, total de chuvas, fotoperíodo, densidades de *Frankliniella occidentalis*, *Caliothrips phaseoli*, *Thrips tabaci*, *Geocoris* sp., e *Orius insidiosus*. Setas unidirecionais indicam uma interação causal e setas bidirecionais uma correlação. \* Coeficientes de trilha (efeitos diretos) significativos a  $p < 0,05$ .

**Tabela 3.** Efeito direto (D), indireto (I) e total (T) do diagrama de trilha para o modelo entre fotoperíodo, temperatura média do ar, total de chuvas, densidades de *Frankliniella occidentalis*, *Caliothrips phaseoli*, *Thrips tabaci*, *Geocoris* sp. e *Orius insidiosus*.

| Variável               | Efeitos do diagrama de trilha |   |       |                        |   |      |                  |   |       |         |       |       |                     |       |       |                      |       |       |
|------------------------|-------------------------------|---|-------|------------------------|---|------|------------------|---|-------|---------|-------|-------|---------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
|                        | <i>C. phaseoli</i>            |   |       | <i>F. occidentalis</i> |   |      | <i>T. tabaci</i> |   |       | Aranhas |       |       | <i>Geocoris</i> sp. |       |       | <i>O. insidiosus</i> |       |       |
|                        | D                             | I | T     | D                      | I | T    | D                | I | T     | D       | I     | T     | D                   | I     | T     | D                    | I     | T     |
| <i>C. phaseoli</i>     | -                             | - | -     | -                      | - | -    | -                | - | -     | -       | -     | -     | 0,16                | -     | 0,16  | -                    | -     | -     |
| <i>F. occidentalis</i> | -                             | - | -     | -                      | - | -    | -                | - | -     | 0,25    | -     | 0,25  | -                   | -     | -     | 0,15                 | -     | 0,15  |
| <i>T. tabaci</i>       | -                             | - | -     | -                      | - | -    | -                | - | -     | 0,16    | -     | 0,16  | 0,39                | -     | 0,39  | 0,64                 | -     | 0,64  |
| Collembola             | -                             | - | -     | -                      | - | -    | -                | - | -     | 0,23    | -     | 0,23  | -                   | -     | -     | -                    | -     | -     |
| Chuvas                 | -0,27                         | - | -0,27 | -0,4                   | - | -0,4 | -                | - | -     | -       | -0,10 | -0,10 | -0,09               | -0,04 | -0,13 | -0,15                | -0,04 | -0,19 |
| Temperatura            | 0,32                          | - | 0,32  | -                      | - | -    | -0,38            | - | -0,38 | -0,12   | -0,06 | -0,18 | -0,09               | -0,1  | -0,19 | -0,15                | -0,25 | -0,4  |
| Fotoperíodo            | -                             | - | -     | 0,51                   | - | 0,51 | -                | - | -     | -       | 0,13  | 0,13  | -                   | -     | -     | 0,18                 | 0,08  | 0,25  |
| R <sup>2</sup>         | 0,10                          |   |       | 0,14                   |   |      | 0,15             |   |       | 0,15    |       |       | 0,23                |       |       | 0,50                 |       |       |



**Figura 11.** Densidade de *Caliothrips phaseoli*, *Frankliniella occidentalis* e *Thrips tabaci* por amostra no feijoeiro nos estádios vegetativo (Ve), de floração (F) e de formação e enchimento de vagens (Va) em cultivos de inverno-primavera (Inv-pri), primavera-verão (Pri-ver) e verão-outono (Ver-out) em plantio convencional ( - - ) e direto ( — ). Coimbra, MG. 2005-2007.

#### 4. DISCUSSÃO

As densidades de insetos praga no feijoeiro foram influenciadas pelas épocas de cultivo, elementos climáticos, estágio fenológico das plantas e populações de inimigos naturais. As maiores densidades de *C. arcuatus*, *D. speciosa* e *F. occidentalis* ocorreram nos cultivos de primavera-verão e em plantas no estágio de formação e enchimento de vagens. As maiores intensidades de ataque de *B. tabaci*, *E. kraemeri* e *T. tabaci* ocorreram nos cultivos de inverno-primavera e em plantas em floração. Já as maiores densidades de *C. phaseoli* ocorreram nos cultivos de verão-outono e em plantas no estágio vegetativo. Assim em cada época de cultivo e estágio fenológico das plantas existem pragas que apresentam maiores intensidades de ataque. Portanto esta informação possibilita o planejamento dos métodos de controle a serem usados em cada época de cultivo e estágio fenológico do feijoeiro.

As diferenças de intensidades de ataque das pragas nas épocas de cultivo ocorreram devido a variação dos elementos climáticos e das populações de inimigos naturais entre estas épocas. Os elementos climáticos que afetaram

a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro foram o fotoperíodo, a temperatura do ar e as chuvas. Com relação ao fotoperíodo verificaram-se que as maiores densidades de *B. tabaci*, *C. arcuatus*, *D. speciosa*, *E. kraemeri* e *F. occidentalis* ocorreram em dias mais longos já que estas espécies foram afetadas positivamente pelo fotoperíodo. Uma das causas deste resultado para *B. tabaci* é que este inseto tem menor tempo de geração em menores fotoperíodos (El-Helaly et al. 1971). Já *D. speciosa* apresenta diapausa na fase de ovo em períodos com menor fotoperíodo (Krysan & Smith 1987, Walsh 2003). Para espécie do mesmo gênero de *E. kraemeri* [*Empoasca fabae* (Harris)] Taylor & Shields (1995) verificaram que em dias curtos é pequena a proporção de fêmeas ovopositando e é longo o período de pré-oviposição. Já para *F. occidentalis* em dias curtos ocorre menor desenvolvimento do inseto e maior mortalidade de ninfas (Ishida et al. 2003, Brodsgaard 2009).

O ataque de *C. phaseoli* ocorreu em períodos de maior temperatura do ar, sendo que o inverso ocorreu com *T. tabaci*. Como o desempenho biológico dos insetos aumenta com a elevação da temperatura até esta atingir o seu valor ótimo, a partir da qual a sua performance decresce rapidamente. Tal fato pode ser explicado pelas temperaturas terem sido de 14 a 26°C e 19 a 28°C nos cultivos de inverno-primavera e de verão-outono quando ocorreram os picos populacionais de *T. tabaci* e *C. phaseoli* e as temperaturas ótimas destas espécies serem 25 e 28°C, respectivamente (Hoddle et al. 2006).

Nas épocas mais chuvosas foram menores as densidades de *B. tabaci*, *C. phaseoli*, *E. kraemeri* e *F. occidentalis*. A chuva é considerada um importante fator de mortalidade de insetos praga, sobretudo em regiões tropicais. A chuva pode afetar direta ou indiretamente os insetos. Sua ação direta se dá por meio da ação mecânica de suas gotas derrubando os insetos

das plantas ou mesmo matando-os. Já seu efeito indireto se deve a maior umidade favorecer o crescimento e desenvolvimento de fungos entomopatogênicos que constituem importantes inimigos naturais dos insetos praga (Fransen 1990, Gauthier et al. 2008, Cabanillas & Jones 2009a, 2009b, Down et al. 2009). A chuva é um dos principais fatores de mortalidade de cigarrinhas, mosca-branca tripses, sendo responsável pelo deslocamento de ninfas da planta, especialmente ninfas de primeiro ínstar (Kajita et al. 1996, Kuroli et al. 2003, Naranjo et al. 2003, Naranjo & Ellsworth 2005, Leite et al. 2006).

Verificaram-se que as intensidades de ataque dos insetos praga foram influenciadas pelo estágio fenológico das plantas. Durante a fase reprodutiva, as plantas mobilizam grande quantidade de nutrientes (Taiz & Zeiger 2004), os quais podem ser utilizados por insetos fitófagos. Esta maior riqueza de nutrientes possivelmente afetou positivamente *B. tabaci*, *C. arcuatus*, *D. speciosa*, *E. kraemeri*, *F. occidentalis* e *T. tabaci* que foram mais abundantes na fase reprodutiva da planta. Além disto, os tripses *F. occidentalis* e *T. tabaci* por utilizarem pólen e néctar como fontes alternativas de alimento devem ter sido favorecidos pela presença de flores na fase reprodutiva (Trichilo & Leigh 1988, De Jager & Butôt 1993, van Rijn & Sabelis 1993, Hulshof et al. 2003). Já maior ataque de *C. phaseoli* em plantas em fase vegetativa, possivelmente ocorreu por este inseto se alimentar de folhas novas (Quintela 2004) as quais são mais abundantes em feijoeiros neste estágio de desenvolvimento.

Com relação aos inimigos naturais, as populações dos insetos praga no feijoeiro foram influenciadas pelo parasitóide *Encarsia* sp.; os percevejos predadores *Geocoris* sp., *Nabis* sp. e *O. incidiosus*; aranhas; *Calosoma* sp. e formigas predadoras. Verificou-se maior população do parasitóide *Encarsia* sp.

quando ocorreram maiores densidades da mosca branca *B. tabaci*. *Encarsia* spp. é um dos principais inimigos naturais de moscas-brancas. Ela é um parasitóide de ninfas largamente utilizado no controle biológico de moscas-brancas em casas de vegetação (Hoddle et al. 2006).

Observou-se maior população do predador *Geocoris* sp. quando ocorreram maiores densidades dos tripes *C. phaseoli* e *T. tabaci*. Os percevejos do gênero *Geocoris* são onívoros que predam ovos, ninfas e adultos de tripes, sendo que estes predadores têm sido utilizados em programas de controle biológico de tripes (Reitz 2009).

Verificou-se maior população do predador *O. insidiosus* quando ocorreram maiores densidades da cigarrinha *E. kraemeri* e dos tripes *F. occidentalis* e *T. tabaci*. Já para a mosca branca *B. tabaci* a sua população foi influenciada negativamente por este predador. *O. insidiosus* é um predador eficaz no controle de cigarrinhas, moscas-brancas e tripes (Cotte & Cruz 1989, Ryckewaert & Alauzet 2002, Shipp & Wang 2003). Ele apresenta alta eficiência de busca da presa, elevada taxa de crescimento populacional e sobrevivência em baixa densidade de presas (Bush et al. 1993). Tanto em condições de campo quanto em casas de vegetação estes percevejos promovem um controle efetivo quando o número de presas. *O. insidiosus* é encontrado naturalmente em diversos cultivos sendo capaz manter a população de tripes em níveis econômicos aceitáveis (Shipp & Wang 2003, Bosco et al. 2008).

Maiores populações do percevejo predador *Nabis* sp. foram observadas quando ocorreu maiores densidades da cigarrinha *E. kraemeri*. Os percevejos do gênero *Nabis* são predadores generalistas, mas se destacam no controle de pulgões e cigarrinhas (Flinn et al. 1985, Evans & Youssef 1992, Östman & Ives

2003, Pons et al. 2009). Östman & Ives (2003) verificaram que *Nabis* diminui as populações de cigarrinhas que são predadas por inimigo natural.

As maiores populações de aranhas quando ocorreram maiores densidades da vaquinha *D. speciosa*, da cigarrinha *E. kraemeri* e dos tripes *F. occidentalis* e *T. tabaci*. As aranhas são predadores generalistas e constituem importantes inimigos naturais de insetos na fase adulta, os quais ao voarem ficam presos em suas teias. Toth et al. (2002) observaram que aranhas das famílias Theridiidae e Agelenidae são importantes predadores de *Diabrotica virgifera* e consomem até cinco adultos em 90 minutos. Certos grupos de aranhas são especializados em predação de pequenos insetos de corpo mole, como é o caso das aranhas da família Thomisidae, principalmente do gênero *Xysticus* (Nyffeler et al. 1994). *Xysticus kochi* Thorell (Araneae: Thomisidae) tem se destacado como importante predador de *F. occidentalis*, com grande potencial de ser utilizada em programas de controle biológico aplicado (Zrubecz et al. 2008).

O aumento das densidades de mosca branca *B. tabaci* favoreceu o aumento da abundância das formigas predadoras. As formigas são predadores vorazes e importantes constituintes de teias alimentares em diversos ecossistemas (Riihimaki et al. 2005). Aheer et al. (1999) verificaram que as formigas constituem um dos mais importantes predadores de *B. tabaci* na cultura do algodão.

Observou-se maior população do predador *Calosoma* sp. quando ocorreram maiores densidades dos Chrysomelidae *C. arcuatus* e *D. speciosa*. Os adultos e larvas de *Calosoma* sp. são predadores generalistas controlando larvas de Chrysomelidae nas raízes e seus adultos no dossel das plantas (Young 2008).

A população de Collembola atuaram como presas alternativas para os predadores aranhas, *Calosoma* sp. e formigas. As aranhas, *Calosoma* sp. e formigas predadoras são inimigos naturais generalistas. Eles são importantes constituintes de teias alimentares em diversos ecossistemas, inclusive em lavouras (Riihimaki et al. 2005). Já os Collembola são importantes decompositores da matéria orgânica, atuando na formação e estruturação dos solos, além de serem bioindicadores da qualidade destes (Reicosky & Forcella 1998, Bitzer et al. 2002). Elas geralmente estão presentes em alta densidade em solos úmidos e ricos em matéria orgânica (Krivtsov et al. 2001, Cassagne et al. 2004, Lee et al. 2009). Os Collembola servem ainda como presas alternativas aos inimigos naturais, aumentando a densidade de predadores generalistas, como é o caso das aranhas, *Calosoma* sp. e as formigas predadoras (Pereira et al. 2005, Park & Lee 2006, Milton & Kaspari 2007).

## 5. CONCLUSÕES

Os fatores determinantes do ataque de insetos praga ao feijoeiro são as épocas de cultivo, os elementos climáticos, o estágio fenológico das plantas, sistemas de plantio e os inimigos naturais.

O sistema de plantio convencional é responsável pelo aumento de pragas sugadoras de seiva *E. Kraemeri* e *B. Tabaci*.

Na época de primavera-verão, em dias longos, no estágio fenológico formação e enchimento de vagens ocorrem os maiores ataques dos mastigadores *C. arcuatus* e de *D. speciosa*.

A época de inverno-primavera, em condições de dias longos, períodos menos chuvosos, estágio fenológico de floração e o sistema de plantio convencional são condições propícias para o ataque dos sugadores de seiva *E. kraemeri* e de *B. tabaci*.

Para o sugador do conteúdo celular *T. tabaci* as condições mais propícias para o seu ataque são a época de inverno-primavera, período de temperaturas mais amenas e o estágio fenológico de floração.

O maior ataque do sugador do conteúdo celular *F. occidentalis*, ocorre na época primavera-verão, em dias longos, ausência de chuva, no estágio de formação e enchimento de vagens.

*C. phaseoli* ocorre nos cultivos de verão-outono, em condições de temperaturas mais elevadas, ausência de chuvas, no estágio vegetativo e sobretudo no sistema de plantio direto.

Os inimigos naturais *Encarsia* sp. e os predadores aranhas, *Calosoma* sp., formigas, *Geocoris* sp., *Nabis* sp. e *Orius incidiosus* estão associadas a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro.

Os insetos detritívoros Collembolla contribuíram para a manutenção do controle biológico natural exercido pelas populações de aranhas, *Calosoma* sp. e formigas predadoras.

## 5. LITERATURA CITADA

- Aheer, G. M.; Ghani, A.; Ali, A. Population of whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) and its natural enemies on cotton crop at Bahawalpur. **Pakistan Entomologist**, v.21, p.47-48, 1999.
- Anu, A.; Sabu, T. K.; Vineesh, P. J.; Meehan, T. Seasonality of litter insects and relationship with rainfall in a wet evergreen forest in south western ghats. **Journal of Insect Science**, v.9, p.1-10. 2009.
- Awmack, C. S. & Leather, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, v.47, p.817-844. 2002.
- Bacci, L. **Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro.** (Doctor Scientiae). Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. 123 p.
- Badji, C. A. **Impacto da deltametrina e do plantio direto na comunidade de artrópodes associada à cultura do milho.** Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002. 100 p.
- Barrigossi, J. A. F.; Lopes, N. F.; Chandler, L. Resposta fisiológica do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao forate e suas conseqüências entomológicas. II. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca. **Revista Ceres**, v.35, p.341-354. 1988.
- Bitzer, R. J.; Buckelew, L. D.; Pedigo, L. P. Effects of transgenic herbicide-resistant soybean varieties and systems on surface-active springtails (Entognatha: Collembola). **Annals of the Entomological Society of America**, v.31, p.449 - 461. 2002.
- Bosco, L.; Giacometto, E.; Tavella, L. Colonization and predation of *thrips* (Thysanoptera : Thripidae) by *Orius* spp. (Heteroptera : Anthocoridae) in sweet pepper greenhouses in Northwest Italy. **Biological Control**, v.44, Mar, p.331-340. 2008.

- Brodsgaard, H. F. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). **Journal of Applied Entomology**, v.117, p.498 - 507. 2009.
- Bush, L.; Kring, T. J.; Ruberson, J. R. Suitability of greenbugs, cotton aphids, and *Heliiothis virescens* eggs for the development and reproduction of *Orius insidiosus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.67, p.217 - 222. 1993.
- Cabanillas, H. E. & Jones, W. A. Effects of temperature and culture media on vegetative growth of an entomopathogenic *Fungus Isaria* sp. (Hymycreales: Clavicipitaceae) naturally affecting the whitefly, *Bemisia tabaci* in Texas. **Mycopathologia**, v.167, p.263 - 271. 2009.
- Cabanillas, H. E. J., Jones W. A. Pathogenicity of *Isaria* sp. (Hypocreales: Clavicipitaceae) against the sweet potato whitefly B biotype, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Crop Protection** v.28, p.333 - 337. 2009.
- Campos, W. G.; Schoereder, J. H.; Picanço, M. C. Performance of an oligophagous insect in relation to the age of the host plant. **Neotropical Entomology**, v.32, p.671-676. 2003.
- Cassagne, N.; Gers, C.; Gauquelin, T. Relationships between Collembola, soil chemistry and humus types in forest stands. **Biology and Fertility of Soils**, v.37, p.355 - 361. 2003.
- Castelo Branco, M. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v.10, p.33-34. 1992.
- Cotte, O.; Cruz, C. Natural enemies of leafhopper of the genus *Empoasca* (Homoptera: Cicadellidae) in pigeon peas. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.73, p. 161-163, 1989.
- De Jager, C. M. & Butô, T. C. M. X. Thrips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) resistance in chrysanthemum; the importance of pollen as nutritionx. **International Organization of Biological Control**, v.16, 1993.
- Debaraj, Y. & Singh, T. K. Aerial population fluctuation of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). **Annals of Agricultural Research**, v.17, p.308 - 310. 1996.
- Dixon, A. F. G. **Aphid ecology**. London. 1998.
- Dixon, A. F. G.; Kindlmann, P.; Leps, J.; Holman, J. Why there are so few species of aphids, especially in the tropics. **American Naturalist**, v.129, p.580 - 592. 1987.
- Down, R. E.; Cuthbertson, A. G. S.; Mathers, J. J.; Walters, K. F. A. W. Dissemination of the entomopathogenic fungi, *Lecanicillium longisporum* and *L. muscarium*, by the predatory bug, *Orius laevigatus*, to provide concurrent control of *Myzus persicae*, *Frankliniella occidentalis* and *Bemisia tabaci* **Biological Control**, v.50, p.172 - 178. 2009.

- El-Helaly, M. S.; El-Shazli, A. L.; El-Gayar, F. H. Biological studies on *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) in Egypt. **Journal of Applied Entomology**, v.69, p.48 - 55. 1971.
- Evans, E. W. & Youssef, N. N. Numerical responses of aphid predators to varying prey density among Utah alfalfa fields. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.65, p.30 - 38. 1992.
- Flinn, P. W.; Hower, A. A.; Taylor, R. A. J. Preference of *Reduviolus americanoferus* (Hemiptera: Nabidae) for potato leafhopper nymphs and pea aphid. **Canadian Entomology**, v.111, p.7 - 10. 1985.
- Fransen, J. J. Natural enemies of whiteflies. In: Gerling, D. (Ed.). **Whiteflies: Their bionomics, pest status and management**. Andover, UK: Intercept, 1990. Natural enemies of whiteflies, p.348.
- Furlong, M. J.; Shi, S.; Liu, S.; Zalucki, M. P. Evaluation of the impact of natural enemies on *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) populations on commercial Brassica farms. **Agricultural and Forest Entomology**, v.6, p.311 - 322. 2004.
- Gauthier, N.; Bon, M. C.; Dalleau-Clouet, C.; Fargues, J. Microsatellite markers in the entomopathogenic fungus *Paecilomyces fumosoroseus* for monitoring of isolates introduced against *Bemisia tabaci*, epidemiological and population genetics studies. **Journal of Insect Science**, v.8, p.19 - 19. 2008.
- Gerling, D.; Alomar, O.; Arno, J. Biological control of *Bemisia tabacci* using predators and parasitoids. **Crop Protection**, v.20, p.779-799. 2001.
- Guedes, R. N. C. & Guedes, N. M. P. Limitação e perspectivas do manejo integrado de pragas em culturas sob plantio direto, pivô central e cultivo protegido. In: Zambolin, L. (Ed.). **Manejo Integrado – Fitossanidade: Cultivo Protegido, Pivô Central e Plantio Direto**. Viçosa: UFV, 2001. Limitação e perspectivas do manejo integrado de pragas em culturas sob plantio direto, pivô central e cultivo protegido, p.543-581.
- Halaj, J. & Wise, D. H. Terrestrial trophic cascades: How much do they trickle? **American Naturalist**, v.157, p.262 - 281. 2001.
- Hoddle, M. S.; Stosic, C. D.; Mound, L. A. Populations of North American bean thrips, *Caliothrips fasciatus* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae: Panchaetothripinae) not detected in Australia. **Australian Journal of Entomology**, v.45, p.122-129. 2006.
- Horowitz, A. R. Population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius): with special emphasis on cotton fields. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.17, p.37-47. 1986.
- Hulshof, J.; Ketoja, E.; Vanninen, I. Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.108, p.19 - 32. 2003.
- Ishida, H.; Murai, T.; Sonoda, S.; Yoshida, H.; Izumi, Y.; Tsumuki, H. Effects of temperature and photoperiod on development and oviposition of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.38, p.65 - 68. 2003.

- Kajita, H.; Hirose, Y. E.; Takagi, M.; Okajima, S.; Napompeth, B.; Buranapanichpan, S. Host plants and abundance of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera; Thripidae), an important pest of vegetables in Southeast Asia. **Applied Entomology and Zoology**, v.31, p.87 - 94. 1996.
- Krivtsov, V.; Illian, J. B.; Liddell, K.; Garside, A.; Bezginova, T.; Salmond, R.; Thompson, J.; Griffiths, B.; Staines, H. J.; Watling, R.; Brendler, A.; Palfreyman, J. W. Some aspects of complex interactions involving soil mesofauna: analysis of the results from a Scottish woodland. **Ecological Modelling**, v.170, p.441-452. 2003.
- Krysan, J. L. & Smith, R. F. Systematics of the virgifera species group of *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae). **Entomography**, v.5, p.375 - 484. 1987.
- Kuroli, G.; Polgar, A.; Orosz, A. Changes in population density of *Empoasca* leafhoppers in potatoes. **Novenyvedelem**, v.39, p. 201-206, 2003.
- Lee, Y. F.; Kuo, Y. M.; Lu, S. S. L.; Chen, D. Y. C.; Jean, H. J. J.; Chao, J. T. Trampling, Litter Removal, and Variations in the Composition and Relative Abundance of Soil Arthropods in a Subtropical Hardwood Forest. **Zoological Studies**, v.48, p.162 - 173. 2009.
- Leite, G. L. D.; Picanço, M. C.; Guedes, R. N. C.; Ecoler, C. C. Fatores que afetam o ataque de *Bemisia tabaci* em pepino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1241-1245. 2006.
- Li, C. C. **Path Analysis: A Primer**. Pacific Grove: Boxwood. 1975. 347p.
- Milton, Y. & Kaspari, M. Bottom up and top down regulation of decomposition in a tropical forest. **Oecologia** v.153, p.163-172 2007.
- Mitchell, R. J. Path analysis: pollination. In: Scheiner, S. M. & Gurevitch, J. (Eds.). **Design and analysis of ecological experiments**. New York: Chapman & Hall, 1993. Path analysis: pollination, p.217-234.
- Moura, M. F.; Picanco, M. C.; Guedes, R. N. C.; Barros, E. C.; Chediak, M.; Morais, E. G. F. Conventional sampling plan for the green leafhopper *Empoasca kraemeri* in common beans. **Journal of applied entomology**, v.131, p.215-220 2007.
- Mulugueta, D. & Stoltenberg, D. E. Increase weed emergence and seed bank depletion by soil disturbance in no-tillage systems. **Weed Science** v.45, p. 234-241. 1997.
- Naranjo, S. E. & Ellsworth, P. C. Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.116, p.93-108. 2005.
- Naranjo, S. E.; Hagler, J. R.; Ellsworth, P. C. Improved conservation of natural enemies with selective management systems for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. **Biocontrol Science and Technology** v.13, p.571 – 587. 2003.

- Nyffeler, M.; Sterling, W. L.; Dean, D. A. How spiders make a living. **Environmental Entomology**, v.23, p.1357 - 1367. 1994.
- Ostman, O. & Ives, A. R. Scale-dependent indirect interactions between two prey species through a shared predator. **Oikos**, v.102, p.505-514. 2003.
- Park, H. H. & Lee, J. H. Arthropod trophic relationships in a temperate rice ecosystem: A stable isotope analysis with delta C-13 and delta N-15. **Environmental Entomology**, v.35, p.684 - 693. 2006.
- Pearce, S. & Zalucki, M. P. Do predators aggregate in response to pest density in agroecosystems? Assessing within-field spatial patterns. **Journal of Applied Ecology**, , v.43, p.128-140. 2006.
- Pereira, E. J. G. **Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural de *Leucoptera coffeella* em *Coffea arabica***. Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002. 50 p.
- Pereira, J. L.; Silva, A. A.; Picanço, M. C.; Barros, E. C.; Jakelaitis, A. Effects of herbicide and insecticide interaction on soil entomofauna under maize crop. **Journal Of Environmental Science And Health. Part. B, Pesticides, Food Contaminants**, v.40, p.45-54. 2005.
- Persson, L. Trophic cascades: abiding heterogeneity and the trophic level concept at the end of the road. **Oikos**, v.85, p.385-397. 1999.
- Picanço, M. C.; Marquini, F.; Galvan, T. L. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivôcentral e Plantio direto**. Viçosa, 2001. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central, p.722.
- Pons, X.; Comas, J.; Albajes, R. Overwintering of cereal aphids on durum wheat in a Mediterranean climate. **Environmental Entomology**, v.22, p.381-387. 1993.
- Pons, X.; Lumbierres, B.; Albajes, R. Heteropterans as aphid predators in intermountain alfalfa. **European Journal of Entomology**, v.106, p.369-378. 2009.
- Quintela, E.D. Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v.25, p. 113-136, 2004.
- Reicosky, D. C. & Forcella, F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.53, p.224 - 229. 1998.
- Reitz, S. R. Biology and Ecology of the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae): The Making of a Pest. **Florida Entomologist**, v.92, p.7-13. 2009.
- Riihimaki, J.; Kaitaniemi, P.; Koricheva, J.; Vehvilainen, H. Testing the Enemies Hypothesis in Forest Stands: the Important Role of Tree Species Composition. **Oecologia**, v.142, p.90 - 97. 2005.
- Risch, S. J. Agricultural ecology and insect outbreaks. In: Barbosa, P. & Schultz, J. C. (Ed.). **Insect outbreaks**. San Diego: Academic Press, 1987. Agricultural ecology and insect outbreaks, p.578.

- Ryckewaert, P.; Alauzet, C. The natural enemies of *Bemisia argentifolii* in Martinique. **BioControl**, v.47, p. 115-126, 2002.
- Sas-Institute. **Sas user's guide: Statistics. Version 8.2**. Cary, NC: Todd and Browde. 2001.
- Schoonhoven, L. M.; Van Loon, J. J. A.; Dicke, M. **Insect-Plant Biology**. London, UK Oxford University Press. 2005. 440 p.
- Shipp, J. L. & Wang, K. Evaluation of *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomatoes. **Biological Control**, v.28, p.271 - 281. 2003.
- Shurin, J. B.; Borer, E. T.; Seabloom, E. W. A cross-system comparison of the strength of trophic cascades. **Ecology Letters**, v.5, p.785-791. 2002.
- Sokal, R. R.; Rohlf, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. New York: W. F. Freeman. 1995. 887p.
- Stinner, B. R. & House, G. J. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.299-318. 1990.
- Taiz, L. & Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2004. 820 p.
- Tang, Y. Q.; Lapointe, S. L.; Brown, L. G.; Hunter, W. B. Effects of host plant and temperature on the biology of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, v.28, p.895 - 900. 1999.
- Taylor, P. S. & Shields, E. J. Phenology of *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae) in its overwintering area and proposed seasonal phenology. **Entomological Society of America**, v.24, p.1096 / 1108. 1995.
- Ter Braak, C. J. F. & Smilauer, P. **CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)**. Microcomputer Power. New York: Ithaca. 1998. 351 p. p.
- Toth, F.; Horvath, L.; Komaromi, J.; Kiss, J.; Szell, E. Field data on the presence of spiders preying on western corn rootworm (*Diabrotica virgifera* LeConte) in Szeged Region, Hungary. **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, v.37, p.163 - 168. 2002.
- Trichilo, P. J. & Leigh, T. F. Influence of resource quality on the reproductive fitness of flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Annual Entomology Society America**, v.81, p.64 - 70. 1988.
- Van Rijn, P. C. J. & Sabelis, M. W. Does alternative food always enhance biological control? The effect of pollen on the interaction between western flower thrips and its predators. **International Organization of Biological Control**, v.16, 1993.
- Vieira Jr, P.; Dourado-Neto, D.; Smiderle, O. J.; Cicero, S. M. Efeitos de métodos de irrigação sobre a produção e a qualidade de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, p.100-105. 1998.

- Vieira, C.; Borém, A.; Ramalho, M. A. P. Melhoria do feijão. In: Borém, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV editora, 1999. Melhoria do feijão, p.273-349.
- Vieira, C.; De Paula Júnior, T. J.; Borém, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, v.2ª ed. 2006. 600 p.
- Walsh, G. C. Host range and reproductive traits of *Diabrotica speciosa* (Germar) and *Diabrotica viridula* (F.) (Coleoptera : Chrysomelidae), two species of South American pest rootworms, with notes on other species of Diabroticina. **Environmental Entomology**, v.32, p.276-285. 2003.
- Wu, K. M. & Guo, Y. Y. The evolution of cotton pest management practices in China. **Annual Review of Entomology**, v.50, p.31–52. 2005.
- Xu, Y.; Zeng, L.; Lu, Y.; Liang, G. Effect of soil humidity on the survival of *Solenopsis invicta* Buren workers. **Insectes Sociaux**, v.56, p.367-373. 2009.
- Young , O. P. Body Weight and Survival of *Calosoma sayi* (Coleoptera: Carabidae) During Laboratory Feeding Regimes. **Annals of the Entomological Society of America**, v101, p.104-112. 2008.
- Zrubecz, P.; Toth, F.; Nagy, A. Is *Xysticus kochi* (Araneae : Thomisidae) an efficient indigenous biocontrol agent of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera : Thripidae)? **Biocontrol**, v.53, p.615-624. 2008.

## CONCLUSÕES GERAIS

Os componentes críticos de perdas na produção do feijoeiro são as flores, vagens e óvulos. Os fatores chave de perdas são o abortamento de flores e a má formação de vagens e óvulos.

As perdas por abortamento de flores estão associadas ao ataque de *Bemisia tabaci*, *Caliothrips phaseoli*, *Empoasca kraemeri* e *Frankliniella occidentalis*. As perdas por má formação das vagens estão associadas ao ataque *B. tabaci*, *Cerotoma arcuatus* e *Diabrotica speciosa*. Já as perdas por má formação de óvulos estão associadas ao ataque de *Thrips tabaci*.

Os fatores determinantes do ataque de insetos praga ao feijoeiro são as épocas de cultivo, os elementos climáticos, o estágio fenológico das plantas e os inimigos naturais.

Os elementos climáticos que influenciam a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro são as chuvas, a temperatura do ar e o fotoperíodo.

Os inimigos naturais cujas densidades estão associadas a intensidade de ataque de insetos praga ao feijoeiro são o parasitóide *Encarsia* sp. e os predadores aranhas, *Calosoma* sp., formigas, *Geocoris* sp., *Nabis* sp. e *Orius incidiosus*. Os insetos detritívoros *Collembolla* influenciam positivamente as populações de aranhas, *Calosoma* sp. e formigas.