

NILSON RODRIGUES DA SILVA

**FATORES DE MORTALIDADE NATURAL DA COCHONILHA-
FARINHENTA *Planococcus citri* NO CAFEIRO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2011

NILSON RODRIGUES DA SILVA

**FATORES DE MORTALIDADE NATURAL DA COCHONILHA
FARINHENTA *Planococcus citri* NO CAFEIEIRO**

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

APROVADA: 26 de Julho de 2011.

Dra. Elisângela Gomes Fidelis de Moraes

Prof^ª. Cristina Schetino Bastos

Prof. Leandro Bacci

Prof. Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador professor Marcelo Coutinho Picanço pela participação na minha formação e orientação. Agradeço também a sua família pelo convívio.

Aos Co-orientadores Elisângela Fidelis Gomes de Moraes e Laércio Zambolim pela indispensável ajuda e aos professores Cristina Schentino Bastos e Leandro Bacci pelas sugestões que em muito acrescentaram a este trabalho.

Ao coordenador do curso de Pós-Graduação do Departamento de Fitotecnia Cláudio Host Bruckner e aos funcionários Tatiane, Nilo e Jorge pela ajuda indispensável na conclusão do curso.

Ao Júlio, Jander, Mateus Chediak, Vânia, Pablo, Renan, Tarcísio, Rogério, Ricardo, Renata, José Evaristo, Aelton, Adriano, Silvério, Mayara, Rodrigo, Suzana, Jorgiane, Thadeu, Dalton, Elizeu, Alan, Henrique, Helen, Rômulo, Fernanda, Paulo, Ariel, Izailda, Santos, Obiratânia, Mirian. Pela amizade e agradável convívio. Em especial aos que me ajudaram na realização deste trabalho.

Aos meus pais Antônio Batista da Silva e Inês das Graças Rodrigues Silva pela educação, amor, confiança e por tudo mais que não conseguiria descrever.

Aos meus irmãos Carlos Roberto da Silva, José Aparecido da Silva, Gerson Adriano Silva, Dênis Rodrigues Silva e a minha irmã Lídia Aparecida da Silva pela amizade, companheirismo e apoio nas horas difíceis. Aos meus sobrinhos Pedro Henrique, Emanuele e Thiago pelo carinho e alegria que sempre me proporcionam.

A minha namorada Aurora pelo amor, amizade, companheirismo, compreensão e confiança demonstrados durante este tempo de convivência.

E finalmente, a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para formação deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

Nilson Rodrigues Silva, filho de Antônio Batista da Silva e Inês das Graças Rodrigues Silva, nasceu no dia 07 de Setembro de 1981 em Itabira, Minas Gerais.

Cursou o ensino médio na Escola Estadual Trajano Procópio Alvarenga Silva Monteiro (Premem), concluindo-o em 2001.

Em março de 2004 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa. Durante a graduação, março de 2005 a julho de 2009, foi estagiário no laboratório de Manejo Integrado de Pragas do DET/UFV sob orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço, onde desenvolveu vários trabalhos com manejo integrado de pragas de hortaliças, grandes culturas, fruteiras e ornamentais. Neste período foi monitor durante dois anos da disciplina BAN 360 (Manejo Integrado de Pragas) coordenada pelo Prof. Marcelo Coutinho Picanço.

Em agosto de 2009 ingressou no curso de mestrado em Fitotecnia na UFV, curso que concluiu em julho de 2011, sendo então aceito para cursar doutorado em Entomologia nesta mesma instituição.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| RESUMO..... | Vi |
| ABSTRACT..... | Vii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 3 |
| 2.1 Local de estudo..... | 3 |
| 2.2 Criação de <i>Planococcus citri</i> em casa de vegetação..... | 3 |
| 2.3 Estabelecimento da coorte..... | 4 |
| 2.4 Mortalidade de ovos..... | 4 |
| 2.5 Mortalidade de ninfas e de adultos..... | 6 |
| 2.6 Construção e análise das tabelas de vida..... | 7 |
| 3. RESULTADOS..... | 8 |
| 3.1 Fatores naturais de mortalidade..... | 8 |
| 3.2 Estádio crítico de mortalidade..... | 9 |
| 3.3 Fator-chave de mortalidade..... | 10 |
| 4. DISCUSSÃO..... | 16 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 24 |
| 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 25 |

RESUMO

SILVA, Nilson Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Fatores de mortalidade natural da cochonilha farinhenta *Planococcus citri* no cafeeiro**. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

O entendimento dos fatores que regulam as populações dos insetos praga é de fundamental importância na elaboração de programas de manejo integrado de pragas. As cochonilhas, sobretudo às da família Pseudococcidae, vêm alcançando o “status” de praga em muitos cultivos como no cafeeiro. Neste grupo de pragas uma das espécies mais importantes é *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). Entretanto, poucos são os estudos sobre os mecanismos que regulam suas populações. Assim, neste trabalho objetivamos determinar os fatores que regulam as populações *P. citri* no cafeeiro usando tabelas de vida ecológicas. Para tanto, foram confeccionadas durante 50 gerações tabelas de vida ecológicas para *P. citri*. A população de *P. citri* foi mantida em equilíbrio devido a principalmente aos predadores. Os predadores de ovos e ninfas de 1º e 2º ínstar foram: Neuroptera: Chrysopidae, Diptera: Syrphidae e Diptera: Dolichopodidae e adultos e larvas de Coleoptera: Coccinelidae. Os predadores de ninfas de 3º ínstar e de adultos foram: *Harmonia axyridis* (Pallas), *Chrysoperla steinmann* (Steinmann) e *Chrysoperla externa* (Hagen). O estágio crítico de mortalidade de *P. citri* foi o de ninfas de 3º ínstar e o fator-chave de mortalidade foram os predadores *H. axyridis*, *C. steinmann* e *C. externa*. Portanto a população de *P. citri* no cafeeiro foi regulada pela predação de ninfas de 3º ínstar por estes inimigos naturais.

ABSTRACT

SILVA, Nilson Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2011.
Natural mortality factors of mealy mealybug *Planococcus citri* in coffee.
Advised: Marcelo Coutinho Picanço.

Understanding the factors that regulate populations of insect pests is of fundamental importance in the development of programs for integrated pest management. Scale insects, especially Pseudococcidae family, have reached the "status" in many pests in crops such as coffee plant. In one group of pests is the most important species *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). However, there are few studies on the mechanisms that regulate their populations. Thus, this study aimed to determine the factors that regulate *P. citri* populations in coffee using ecological life tables. For this purpose, were made during 50 generations ecological life tables for *P. citri*. The population of *P. citri* was kept in balance mainly due to predators. The predators of eggs and nymphs of 1st and 2nd instars were: Neuroptera: Chrysopidae, Diptera: Syrphidae and Diptera: Dolichopodidae and adults and larvae of Coleoptera: Coccinelidae. Predators of 3rd instar nymphs and adults were: *Harmonia axyridis* (Pallas), *Chrysoperla Steinmann* (Steinmann) and *Chrysoperla externa* (Hagen). The critical stage of mortality of *P. citri* was the third instar nymphs and the key factors of mortality were the predators *H. axyridis*, *C. Steinmann* and *C. externa*. Therefore, the population of *P. citri* in coffee plant was regulated by predation on third instar nymphs by these natural enemies.

1. INTRODUÇÃO

O entendimento dos fatores que regulam as populações dos insetos praga é de fundamental importância na elaboração de programas de manejo integrado de pragas. A dinâmica populacional dos insetos herbívoros é regulada por fatores “top-down” e “bottom-up”. Os fatores “top-down” são aqueles externos à planta hospedeira como os inimigos naturais e o clima. Já os fatores “bottom-up” são aqueles inerentes à planta hospedeira como suas estruturas morfológicas e seus compostos químicos envolvidos na relação inseto-planta (Hunter & Price, 1992; Mitchell *et al.*, 2010).

Dentre os principais instrumentos de pesquisa utilizados nos estudos dos fatores determinantes do ataque de pragas às culturas estão as tabelas de vida ecológicas. Elas possibilitam a avaliação qualitativa e quantitativa dos fatores de mortalidade natural das populações. Além disto, nas tabelas de vida ecológicas são determinados o estágio crítico (aquele que determina o tamanho de determinada população) e o fator chave (aquele que possui maior importância no estágio crítico) de mortalidade (Harcourt, 1961; Morris, 1963; Varley & Grandwell, 1973; Podoler & Rogers, 1975; Bacci, 2006).

Em muitos cultivos as cochonilhas, sobretudo às da família Pseudococcidae, vêm alcançando o “status” de praga. Entretanto, poucos são os estudos sobre os mecanismos que regulam suas populações. Neste grupo de cochonilhas uma das espécies mais importantes é *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). A sua injúria inclui a sucção de seiva, injeção de toxinas, favorecimento do desenvolvimento de fumagina, além de serem importantes vetores de doenças. Seu ataque pode causar perdas de até 100% da produção do cafeeiro (Santa-Cecília *et al.*, 2002; Corrêa *et al.*, 2005; Morandi Filho *et al.*, 2008).

A cochonilha *P. citri* constitui uma praga severa de diversas culturas em várias partes do mundo (Cox, 1981; Santa-Cecília *et al.*, 2009). Estas cochonilhas vêm causando prejuízos a diversos cultivos de citrus em todas as regiões tropicais e subtropicais (CCB, 2011), de uva na Espanha, Grécia, EUA, Chile, Brasil e África do Sul (Morandi Filho *et al.*, 2008; CCB, 2011), de algodão na Índia, China, EUA, Paquistão, Brasil, Uzbequistão e Austrália (Astridge *et al.*, 2005; Morandi Filho *et al.*, 2008; CCB, 2011), de plantas ornamentais na Austrália (Astridge *et al.*, 2005) e no cafeeiro ela ocorre nas Américas Central e do Sul (Willians & Granara de Willink, 1992; Parrela, 2007).

No seu ciclo de vida *P. citri* passa pelos estádios de ovo, ninfa e adulto. Uma fêmea de *P. citri* oviposita de 150 a 300 ovos, os quais são depositados em massas de ovos (Entwistle, 1972). Estes ovos possuem coloração amarelada e são envolvidos por uma camada cerosa branca (Costa *et al.*, 2009). No estágio ninfal *P. citri* passa por três instares. No primeiro instar elas apresentam coloração amarelada, corpo não recoberto por pulverulência cerosa (Corrêa *et al.*, 2005) e se movimentam intensamente (Kerns *et al.*, 2004). A partir do segundo instar, ninfas e adultos apresentam coloração rosada, corpo oval coberto por pulverulência cerosa branca e 18 pares de filamentos cerosos ao redor do corpo (Corrêa *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2009). Na fase adulta, as fêmeas se movimentam pela planta e se fixam em ramos, folhas ou frutos, antes de ovipositarem (Gallo *et al.*, 2002).

Apesar da importância de *P. citri* como inseto-praga, sobretudo no cafeeiro, não existe até o momento nenhum relato de confecção de tabelas de vida ecológica para esta espécie. Assim, nesta pesquisa determinou-se o estágio crítico e os fatores chave de mortalidade de *P. citri* usando tabela de

vida ecológica de forma a entender o papel do controle biológico natural na sua regulação populacional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

Este estudo foi realizado em Viçosa (20°48'45"S; 42°56'15"W; altitude 600m e clima tropical de altitude), estado de Minas Gerais, Brasil. Os dados para a construção das tabelas de vida foram coletados em plantas de *Coffea arabica* cv. Catuaí IAC 15, com idade 3 anos de plantio e cultivadas conforme Zambolim, (2001).

O experimento foi conduzido em uma área de 864m², contendo plantas espaçadas de 2,8 × 1 m, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa. Durante o período experimental não foi realizado o controle de pragas e doenças na área.

2.2 Criação de *Planococcus citri* em casa de vegetação

Foram coletados ninfas e adultos de *P. citri* em lavouras comerciais de conilon, *Coffea canephora*, localizadas em São Mateus (18°42'58" S; 39°51'21" W; altitude de 36m e clima mesotérmico), estado do Espírito Santo, Brasil. Estas cochonilhas foram encaminhadas para laboratório de Manejo Integrado de Pragas da Universidade Federal de Viçosa, para estabelecimento e manutenção de criação massal em laboratório. As cochonilhas foram mantidas em plantas de *C. arabica* cv. Catuaí vermelho, cultivadas conforme Zambolim, (2001) e acondicionadas em gaiolas de madeira (1,0 m de comprimento x 0,5 m de largura x 1,0 m de altura) revestidas com organza branca.

Adultos e ninfas da cochonilha coletados no município de São Mateus, localizado no estado do Espírito Santo, foram acondicionadas em frascos de

vidros contendo solução alcoólica a 70% e enviada ao Dr. Douglass R. Miller (Systematic Entomology Laboratory, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture) e identificadas como *Planococcus citri* (Risso).

2.3 Estabelecimento da coorte

Para estudo dos fatores de mortalidade de *P. citri* foram realizados seis experimentos nos seguintes períodos: outubro a novembro de 2009 (primavera 2009), janeiro a fevereiro de 2010 (verão 2010), abril a maio de 2010 (outono 2010), agosto a setembro de 2010 (inverno 2010), novembro a dezembro de 2010 (primavera 2010), janeiro a fevereiro de 2011 (verão 2011). Estes períodos foram escolhidos por abranger condições variáveis de temperatura do ar e de precipitação. Em cada período foram escolhidas, ao acaso, oito plantas de *C. arabica* por lavoura. Cada planta constituiu uma parcela experimental. Em cada planta eram escolhidos, ao acaso, cinco ramos.

Antes de se estabelecer as coortes, as folhas e ramos das plantas foram vistoriados para retirada de pragas e folhas doentes. Para cada ramo selecionado foi transferida uma fêmea em fase reprodutiva. Após a cochonilha ovipositar uma massa de ovos, ela foi retirada da planta. Durante o ciclo de vida da cochonilha foi monitorado diariamente a mortalidade do inseto nos seus estádios de desenvolvimento. Para cada cochonilha morta foi identificado o estágio que esta se encontrava como também a causa de sua morte.

2.4 Mortalidade de ovos

Os ovos que sumiram entre duas avaliações na ausência de chuva e aqueles danificados que apresentaram apenas o córion foram considerados mortos por predação. Também foram identificados e quantificados os

predadores presentes na parcela experimental durante as avaliações. Estes predadores foram identificados em morfoespécies e suas densidades foram quantificadas. Em lavoura de café vizinhas aquela onde se realizou esta pesquisa, indivíduos das morfoespécies de predadores identificados predando *P. citri* foram coletados, acondicionados em frascos de vidro com álcool 70% e posteriormente enviados a Dra. Natalia J. Vandenberg (Systematic Entomology Laboratory, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture) para sua identificação. Os ovos que sumiram após a ocorrência de chuva foram considerados mortos por este fator.

Já os ovos não eclodidos, foram retirados do campo com auxílio de um pincel e depositados em tubos de vidro (10 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro) contendo em seu interior um pedaço de algodão umedecido para manutenção da umidade. Os tubos contendo estes ovos foram mantidos em laboratório, avaliados diariamente, por 30 dias para observação de parasitismo em ovo. Não ocorreu parasitismo na fase de ovo, assim estes ovos foram considerados mortos por distúrbios fisiológicos.

A presença de micélios de fungo sobre a massa de ovos foi indicada como mortalidade causada por doenças fúngicas. As massas de ovos com micélios fúngicos foram quantificadas, retiradas da folha com auxílio de um pincel, acondicionados em placas de petri (9 cm de diâmetro e 2 cm de altura) contendo em seu interior um pedaço de algodão umedecido para manutenção da umidade e posteriormente encaminhados para identificação à Dra. Silma Leite Rocha (Laboratório de Interação Inseto Microrganismo, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Entomologia), sendo identificados como *Lecanicillium lecanii* e *Cladosporium* sp. Ovos não eclodidos, com coloração

marrom e expostos a radiação solar na superfície da folha foram considerados mortos por dessecação.

2.5 Mortalidade de ninfas de adultos

Ninfas e adultos que sumiram entre duas avaliações na ausência de chuva ou aqueles indivíduos mortos que tiveram seu corpo dessecado ou apenas fragmento de seu corpo foram considerados mortos por predação. Os predadores presentes durante as avaliações foram identificados, conforme descrito na avaliação de mortalidade de ovos. As cochonilhas que sumiram após a ocorrência de chuva ou que estavam submersos por água da chuva foram considerados mortos por chuva.

As cochonilhas que apresentaram o corpo escurecido e coloração marrom ou que possuíam orifício no dorso foram consideradas mortas por parasitismo. Já ninfas e adultos que apresentaram alteração de cor e corpo com aspecto “mumificado” foram retirados da folha, classificados em morfoespécies, quantificados, coletados e acondicionados em frascos de vidro com álcool 70% e posteriormente enviadas ao Dr. Geoffrey B. White (Systematic Entomology Laboratory, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture) para sua identificação (Aguardando identificação).

Os indivíduos que apresentaram o corpo ressecado na parte superior da folha também foram retirados da planta e levados para laboratório. No laboratório estes indivíduos foram examinados usando-se microscópio estereoscópico (aumento 40X). Quando estes indivíduos possuíam o corpo dilacerado pela ação de predadores sua morte foi atribuída a estes inimigos naturais. Já quando não se verificou qualquer lesão nestes, sua morte foi atribuída a dessecação.

Indivíduos que morreram aderidos à exúvia foram considerados mortos por distúrbios fisiológicos durante a muda. Já cochonilhas que apresentaram micélios de fungo sobre o corpo foram consideradas mortas por doenças fúngicas. Ninfas e adultos com sintomas de doenças fúngicas foram coletados e submetidos aos procedimentos descritos para doenças fúngicas na avaliação de mortalidade de ovos.

2.6 Construção e análise das tabelas de vida

Cada tabela de vida foi composta pelas colunas x , L_x , d_x , dx_F , $100q_x$. A coluna x é o estágio do ciclo de vida da cochonilha, L_x é o número inicial de indivíduos em cada x , d_x é o número de indivíduos mortos em cada x , $100q_x$ é a mortalidade aparente ($100q_x = 100 \times d_x/L_x$ início de cada x). Foram calculadas as mortalidades parciais [$k = \log(100q_x)$] e total ($K = \sum k$) (Varley & Gradwell, 1973; Southwood & Henderson, 2000).

Para identificação dos estádios críticos e dos fatores chave de mortalidade de *P. citri*, análises de correlação e de regressão linear simples foram realizadas utilizando as mortalidades parciais e a mortalidade total. Os estádios críticos ou fatores chave de mortalidade foram aqueles cujas mortalidades parciais apresentaram correlações significativas com a mortalidade total pelo teste t a $p < 0,05$. Quando mais de um estágio ou fator de mortalidade apresentaram correlação significativa, realizaram-se análises de regressão linear simples das mortalidades parciais em função da mortalidade total a $p < 0,05$. Foi considerado como estágio crítico ou fator chave de mortalidade aquele cuja curva de regressão apresentou o maior coeficiente angular a $p < 0,05$ (Pereira *et al.*, 2007a, b).

Para verificação do impacto dos fatores chave de mortalidade no crescimento populacional de *P. citri* foi calculado o aumento na taxa reprodutiva líquida (R_0) caso este fator de mortalidade fosse suprimido, usando-se as seguintes fórmulas:

$$\text{Aumento de } R_0 = [100 - (MT - MI_i)] \times rs \times f \div R_0.$$

$$R_0 = N^\circ \text{ de adultos sobreviventes} \times rs \times f \div n^\circ \text{ inicial de ovos.}$$

Onde MT = mortalidade total ao longo da geração, MI_i = mortalidade insubstituível ou indispensável, rs = razão sexual de 0,81 (Ross *et al.*, 2010) e f = fecundidade de 118 ovos por fêmea (observação pessoal). A MI consiste na porção da mortalidade total da geração que poderia não ocorrer se um dado fator de mortalidade fosse eliminado (Southwood & Henderson, 2000). A mortalidade indispensável (%) foi estimada para cada fator de mortalidade e para cada estágio de desenvolvimento de acordo com Naranjo & Ellsworth (2005) usando-se a fórmula:

$$MI_i = \left\{ \left[1 - \prod_i^j (1 - 100qx/100) \right] - \left[1 - \prod_i^{j-1} (1 - 100qx/100) \right] \right\} \times 100$$

O primeiro produto inclui todos os fatores ou estádios de mortalidade, enquanto o segundo produto inclui todos os fatores de mortalidade ou estádios exceto o fator ou estágio de interesse.

3. RESULTADOS

3.1 Fatores naturais de mortalidade

Durante 50 gerações de *P. citri* nós observamos que em média de cada 10000 indivíduos que iniciaram o estágio de ovo, apenas 107 geraram fêmeas reprodutivas. Este valor representa 98,93% da mortalidade total. Para os estádios de ovo, primeiro, segundo e terceiro ínstar e fase adulta a mortalidade

aparente (100qx) observada foi de 65,68; 51,80; 53,06; 52,52 e 41,30%, respectivamente. A taxa de crescimento populacional (R_0) de *P. citri* foi semelhante a um ($\chi^2 = 5,37$, glr= 49, $p < 0,9999$) (Tabela 1).

A morte dos insetos foi causada por predadores, parasitóides, doenças, chuvas e distúrbios fisiológicos. O fator que causou maior mortalidade em todos os estádios de *P. citri* foi a predação. A predação foi realizada por larvas de Neuroptera: Chrysopidae, Diptera: Syrphidae e Diptera: Dolichopodidae e adultos e larvas de Coleoptera: Coccinellidae. As espécies de Coleoptera: Coccinellidae observadas foram: *Harmonia axyridis* (Pallas), *Cycloneda sanguinea* (L.) e *Azya luteipes* (Mulsant); as do gênero Scymninae foram: *Diomus seminulus* (Mulsant), *Diomus sennen* (Gordon), *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), *Cyra loricata* (Mulsant, 1850) e *Hyperaspis festiva* (Mulsant). Já as espécies de Neuroptera: Chrysopidae observadas foram: *Chrysoperla steinmann* (Steinmann) e *Chrysoperla externa* (Hagen). As espécies de Diptera: Syrphidae observadas foram: *Allograpta* sp., *Ocyptamus* sp., e a espécie de Diptera: Dolichopodidae observada foi *Condylostylus* sp. A espécie de Coleoptera: Carabidae observada foi *Lebia* sp.

Não foi observado parasitismo no estágio de ovo. As espécies de parasitóides encontradas nos estádios ninfal e adulto foram enviadas para identificação. Já as doenças fúngicas observadas durante o ciclo de vida de *P. citri* foram causadas pelos fungos *Lecanicillium lecanii* e *Cladosporium* sp.

3.2 Estádio crítico de mortalidade

As mortalidades de ninfas e de adultos se correlacionaram com a mortalidade total do ciclo de vida (Figura 1A). Entretanto, a curva de mortalidade de ninfas apresentou maior coeficiente angular do que a curva de mortalidade de adultos (Figura 1B). As mortalidades de todos os ínstares apresentaram correlação com a mortalidade total de ninfas (Figura 2A). No

estádio ninfal a curva de mortalidade do 3º ínstar foi a que apresentou o maior coeficiente angular (Figura 2B). Portanto, o estágio crítico de mortalidade de *P. citri* foi o 3º ínstar ninfal.

3.3 Fator-chave de mortalidade

As mortalidades causadas pelos predadores, parasitóides e distúrbios fisiológicos no estágio crítico (3º ínstar) se correlacionaram com a mortalidade total neste estágio (Figura 3A). Entre estes fatores a curva de mortalidade de *P. citri* causada por predação foi a que apresentou o maior coeficiente angular (Figura 3B). As mortalidades causadas por *H. axyridis*, *Scymnus* spp., *C. steinmann* e *C. externa*, *Condylostylus* sp., Sirphidae e Carabidae se correlacionaram com a mortalidade total no terceiro ínstar (Figura 4A). Entre estes predadores as curvas de mortalidade para o 3º ínstar de *P. citri* causadas por *H. axyridis* e *Chrysoperla* spp. foram as que apresentaram o maior coeficiente angular (Figura 4B). Assim, a predação de ninfas de 3º ínstar por *H. axyridis*, *C. externa* e *C. steinmann* foram os fatores-chave de mortalidade de *P. citri*. A *MI* foi calculada considerando a mortalidade total que poderia não ocorrer se as mortalidades em ninfas de 3º ínstar por predadores fossem eliminadas a população de *P. citri* aumentaria 459%.

Tabela 1. Tabela de vida ecológica para *Planococcus citri* em *Coffea arabica*.

| x | L_x | Fator de mortalidade | d_x | $100q_x$ |
|----------------------|----------|---|----------|----------|
| Ovos | 10000 | Predação | 4668±279 | 46,68 |
| | | Chuvas | 1243±313 | 12,43 |
| | | Desidratação | 527±132 | 5,27 |
| | | Distúrbios fisiológicos | 86±34 | 0,86 |
| | | Doenças fúngicas | 39±23 | 0,39 |
| | | Desconhecido | 4±4 | 0,04 |
| | | | | 6568±189 |
| Ninfas | | | | 94,67 |
| 1º ínstar | 3432±189 | Predação | 1505±118 | 43,86 |
| | | Parasitismo | 6±4 | 0,19 |
| | | Chuvas | 148±40 | 4,30 |
| | | Desidratação | 6±4 | 0,18 |
| | | Distúrbios fisiológicos | 29±8 | 0,84 |
| | | Doenças fúngicas | 79±22 | 2,29 |
| | | Desconhecido | 5±2 | 0,14 |
| | | 1778±123 | 51,80 | |
| 2º ínstar | 1654±135 | Predação | 734±73 | 44,36 |
| | | Parasitismo | 24±7 | 1,47 |
| | | Chuvas | 48±14 | 2,91 |
| | | Desidratação | 2±1 | 0,11 |
| | | Distúrbios fisiológicos | 19±4 | 1,13 |
| | | Doenças fúngicas | 48±13 | 2,88 |
| | | Desconhecido | 3±1 | 0,20 |
| | | 878±78 | 53,06 | |
| 3º ínstar | 1129±133 | Predação | 493±56 | 43,67 |
| | | Parasitismo | 23±4 | 2,04 |
| | | Chuvas | 35±12 | 3,10 |
| | | Desidratação | 2±1 | 0,18 |
| | | Distúrbios fisiológicos | 11±2 | 0,97 |
| | | Doenças fúngicas | 27±7 | 2,39 |
| | | Desconhecido | 2±1 | 0,18 |
| | | 593±64 | 52,52 | |
| Fêmeas iniciais | 183±46 | Predação | 57±11 | 31,20 |
| | | Parasitismo | 9±2 | 4,66 |
| | | Chuvas | 8±3 | 4,30 |
| | | Desidratação | 0±0 | 0,08 |
| | | Distúrbios fisiológicos | 1±0,4 | 0,53 |
| | | Doenças fúngicas | 1±0,4 | 0,53 |
| | | 76±14 | 41,30 | |
| Fêmeas em reprodução | 107±4 | Mortalidade total = 98,93% e $R_0 = 1,02$ | | |

No cabeçalho: x = estágio do ciclo de vida, L_x = número de insetos vivos no início de cada x, d_x = número de insetos mortos por cada fator em cada x, $100q_x$ = mortalidade aparente (%), mortalidade total = $100 \cdot d_x / L_{\text{ovos}}$ e R_0 = taxa de crescimento populacional. Os valores desta tabela de vida representam a média de 50 gerações do inseto.

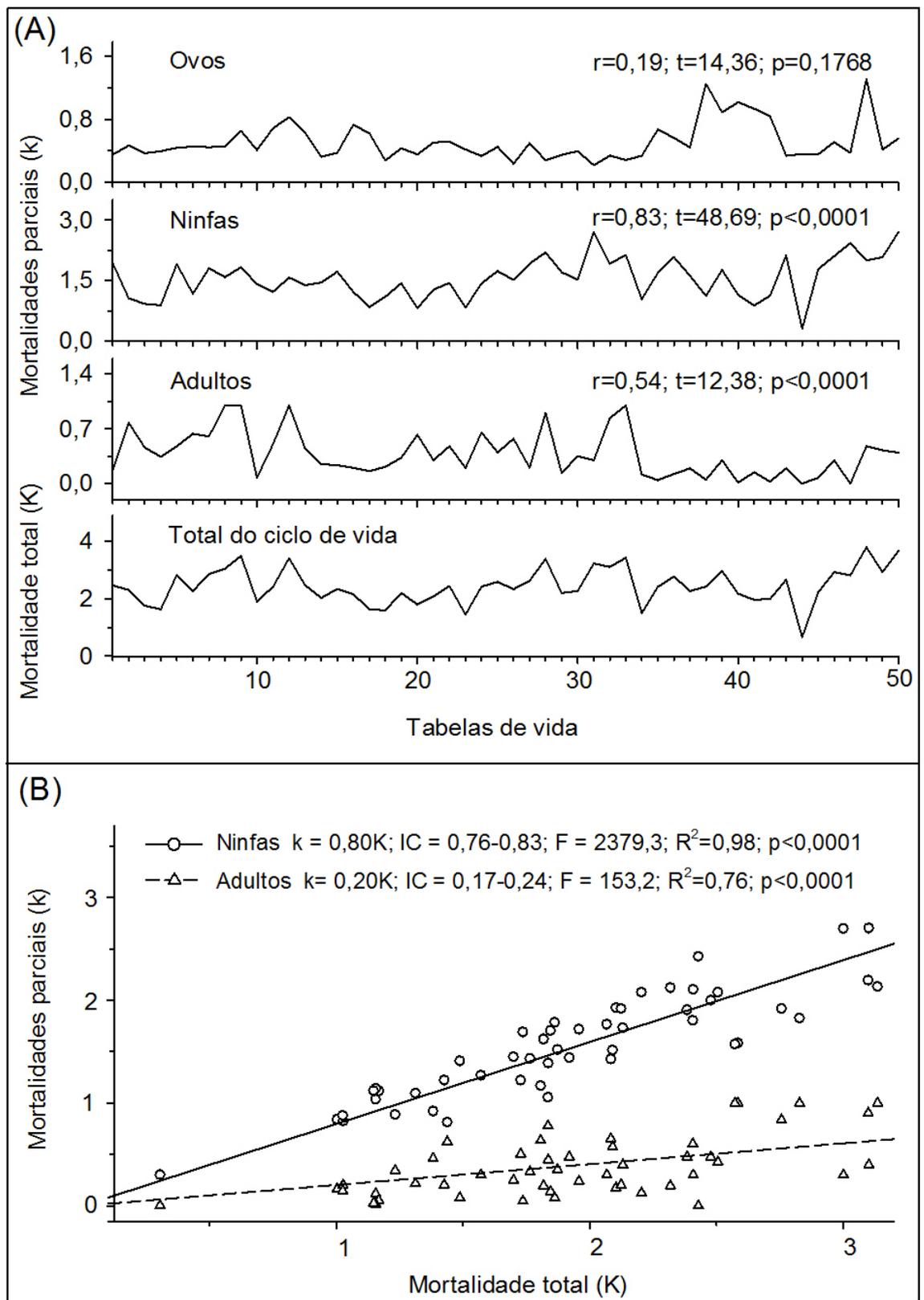


Figura 1. Determinação do estágio crítico de mortalidade de *Planococcus citri* usando as (A) correlações e (B) regressões lineares das mortalidades de ninfas e de adultos em função da mortalidade total do ciclo de vida. IC = intervalo de confiança do coeficiente angular das curvas de regressão a 95% de probabilidade.

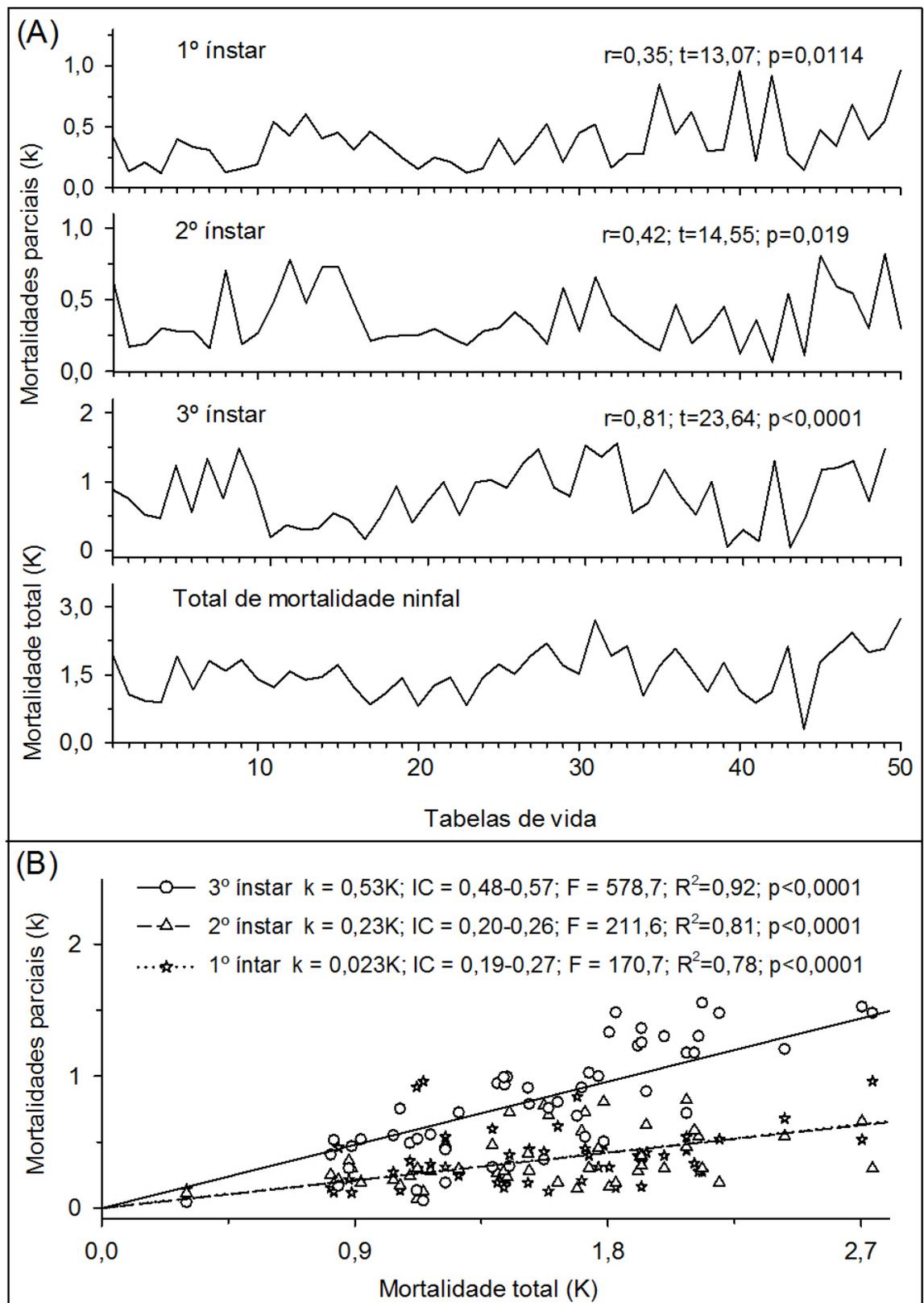


Figura 2. Determinação do estágio crítico de mortalidade de *Planococcus citri* usando as (A) correlações e as (B) regressões lineares das mortalidades no 1º, 2º e 3º instar em função da mortalidade total de ninfas. IC = intervalo de confiança do coeficiente angular das curvas de regressão a 95% de probabilidade.

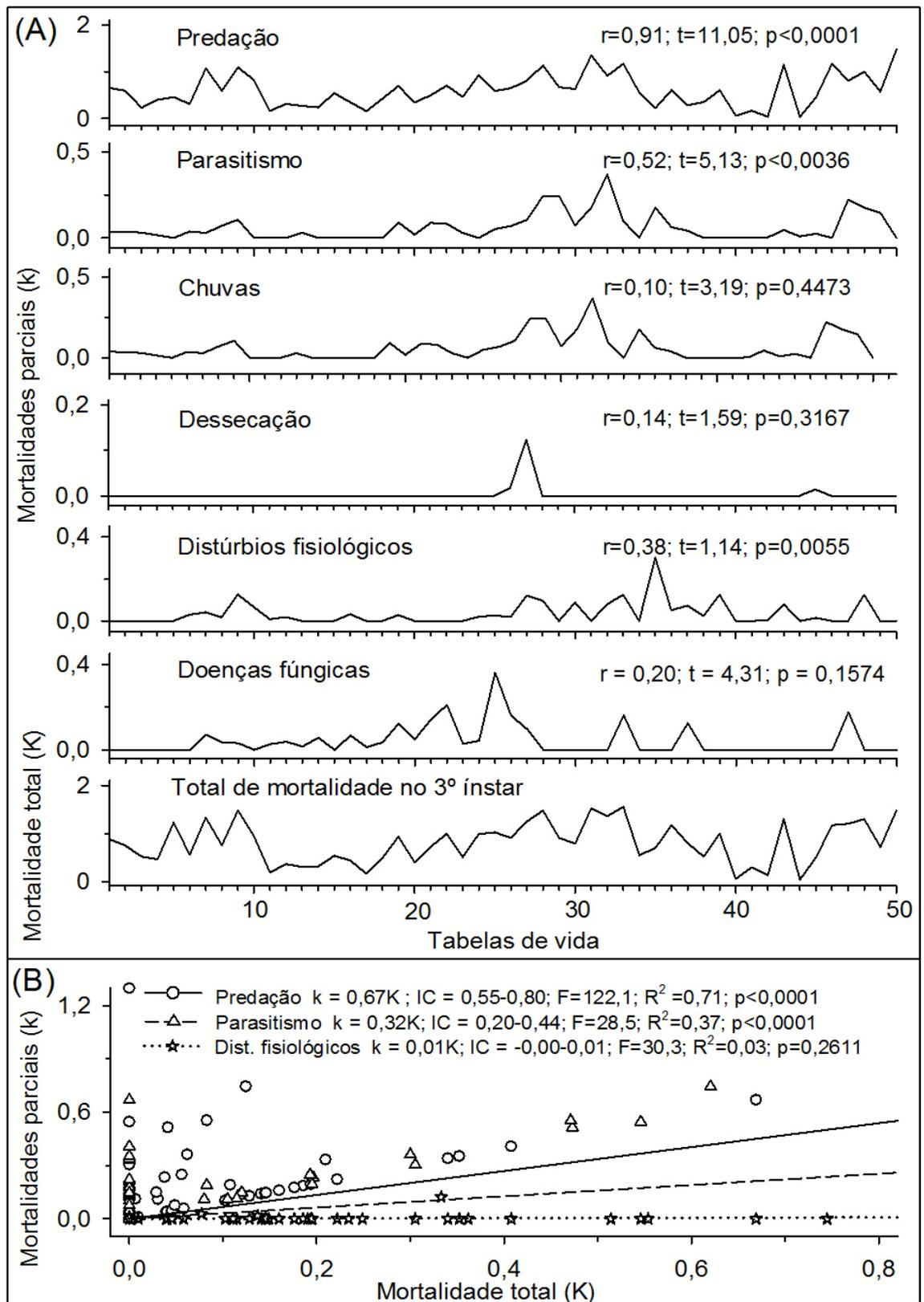


Figura 3. Determinação do fator-chave de mortalidade de *Planococcus citri* usando as (A) correlações e as (B) regressões lineares dos fatores de mortalidades em função da mortalidade total no 3º ínstar. IC = intervalo de confiança do coeficiente angular das curvas de regressão a 95% de probabilidade.

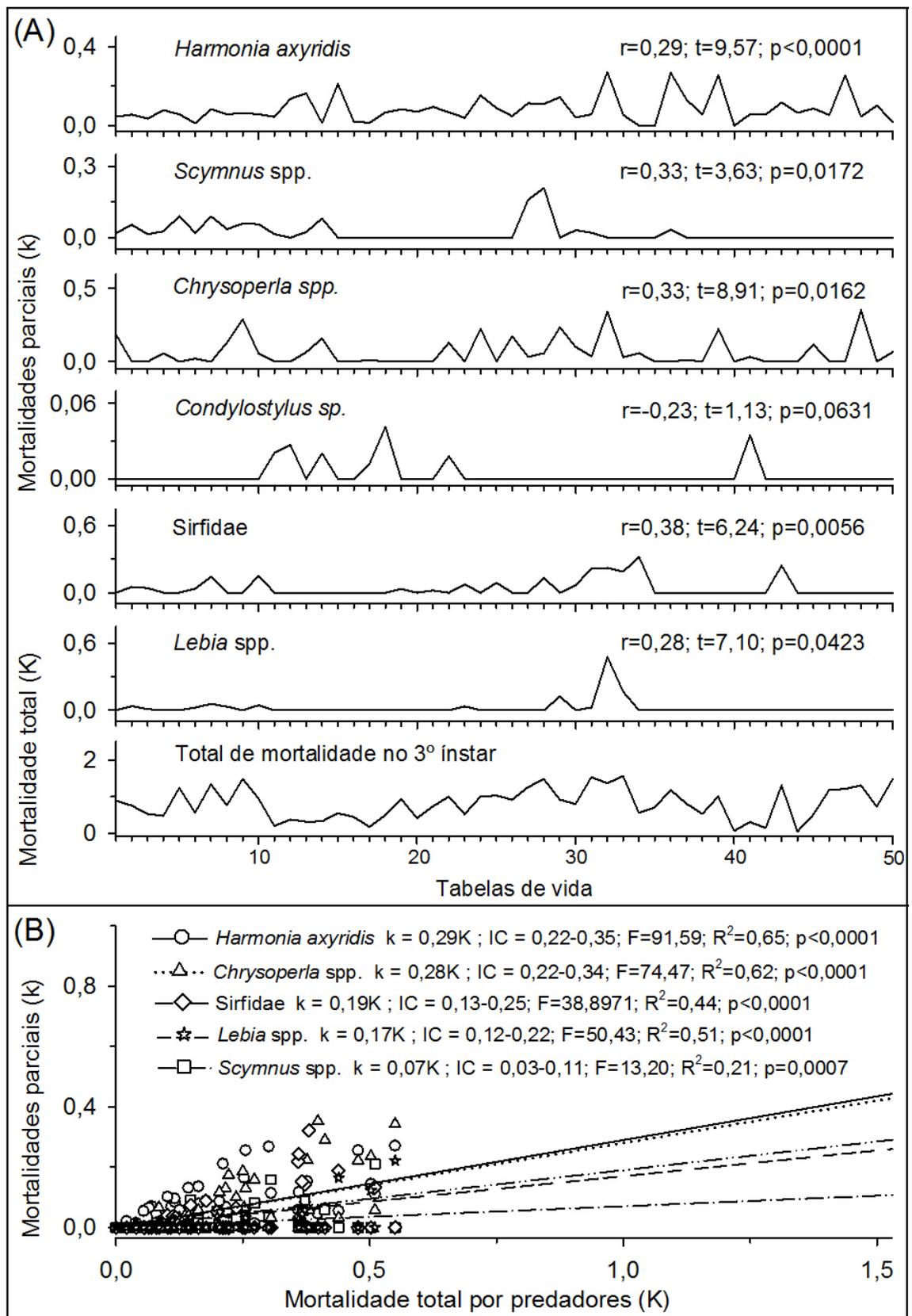


Figura 4. Determinação do predador-chave de mortalidade de *Planococcus citri* usando as (A) correlações e as (B) regressões lineares das mortalidades causadas por predadores em função da mortalidade total no 3º instar. IC = intervalo de confiança do coeficiente angular das curvas de regressão a 95% de probabilidade.

4. DISCUSSÃO

A taxa de crescimento populacional (R_0) foi semelhante a um, o que significa que a população de *Planococcus citri* se manteve estável ao longo de 50 gerações avaliadas no campo. O controle biológico natural foi o responsável por manter a taxa populacional desta praga constante no campo. A mortalidade natural acumulativa de *P. citri* para este período de avaliação foi de 98,93%. Os mecanismos responsáveis pela regulação dessa população no campo foram as forças de cima para baixo (“Top-down”) e forças de baixo para cima (“Bottom-up”). A magnitude e os efeitos de cada um destes mecanismos podem assumir importância variável, dentro de cada habitat.

Neste contexto, foi observado que os mecanismos “Top-down” (inimigos naturais) apresentaram maior importância na regulação da dinâmica populacional de *P. citri*. Andow, (1991) e Wang *et al.*, (2009) relataram que as maiores densidades de insetos fitófagos ocorrem em agroecossistemas. Portanto, nestes agroecossistemas, a principal forma de controle natural destes insetos praga é através da ação de inimigos naturais. Sendo que, os surtos populacionais de inimigos naturais estão diretamente relacionados com a densidade de insetos praga, o que explica a relação de densidade dependente positiva entre estes indivíduos.

Já os mecanismos “bottom-up” são mais importantes em ecossistemas naturais, onde grande parte da população de fitófagos é controlada por mecanismo de defesas presente em plantas (Andow, 1991; Wang *et al.*, 2009). Neste trabalho os efeitos mediados por mecanismos “bottom-up” causaram baixas mortalidades ao longo do ciclo de desenvolvimento de *P. citri*. Em agroecossistemas, a domesticação de culturas pode alterar as características

morfológicas, nutricionais e substâncias químicas envolvidas no processo de defesa dessas plantas (Evans, 1993; Wang *et al.*, 2009). O que poderia explicar a baixa mortalidade de cochonilhas por mecanismos “bottom-up”, pois durante o processo de domesticação das plantas pode ocorrer a supressão de genes envolvidos em mecanismos de defesas.

Os inimigos naturais causaram as maiores mortalidades em todos os estádios de *P. citri*. Entretanto, houve diferença na diversidade de predadores observada durante os estádios de desenvolvimento de *P. citri*. Sendo que os principais predadores identificados nos estádios de ovo e ninfal foram: *H. axyridis*, *D. seminulus*, *D. sennen*, *C. montrouzieri*, *C. loricata* e *H. festiva*, *C. steinmann*, *C. externa*, *Allograpta* sp., *Ocyptamus* sp., *Condylostylus* sp e *Lebia* sp. Já para o estágio adulto, *H. axyridis*, *C. steinmann* e *C. externa* foram os principais predadores de *P. citri*. Esta diferença entre a diversidade de predadores observada durante o ciclo de *P. citri* pode ser devido a menor densidade de cochonilhas nos estádios finais de desenvolvimento, que pode ter causado um aumento na competição intra-específica entre predadores. Os predadores representam o inimigo natural dominante após o estágio de ovo nas regiões tropicais e subtropicais, enquanto que os parasitóides são dominantes na zona temperada (Alyokhin *et al.*, 2011). De fato, as mortalidades causadas por parasitismo não tiveram efeito significativo sobre os estádios do ciclo de vida de *P. citri*.

Embora as maiores mortalidades observada se deva a ação de predadores, não podemos negligenciar a importância de outros fatores de mortalidade que contribuíram para o controle de *P. citri* no campo. Dentre estes fatores estão a ocorrência de chuva, dessecação, doenças fúngicas e

distúrbios fisiológicos que causaram mortalidades importante ao longo do ciclo de vida destas cochonilhas.

A ocorrência de mortalidade por chuva ocorreu em função o impacto de suas gotas sobre ovos e ninfas. A ocorrência de chuvas sobre insetos pode atuar como fator de mortalidade em ovos e larvas, e a temperatura pode afetar o seu desenvolvimento e reprodução (Bacci, 2006). Também foi observado que, durante a ocorrência de chuvas algumas massas de ovos perderam sua camada cerosa, com a ausência desta proteção parte desses ovos foram ressecados pela radiação solar. Já ovos e as ninfas que ficaram expostos diretamente a radiação solar na superfície da folha foram mortos por desidratação.

A mortalidade devido aos fungos *Lecanicillium lecanii* e *Cladosporium* sp. em ovos, ninfas e adultos foram baixas durante todo o ciclo de vida das cochonilhas. Mortalidade por este fator foram maiores nas épocas de ocorrência de menor temperatura, comuns no outono e no inverno. A menor ocorrência de doenças fúngicas sobre *P. citri* pode ser devido a condições inadequadas de temperatura e umidade, pois são condições que favorecem a germinação de esporos fúngicos. A radiação solar, particularmente radiação ultravioleta, é considerada como o principal fator que afeta a sobrevivência de conídios no campo (Smits *et al.*, 1996; Maniania, 1998).

Distúrbios fisiológicos também causaram mortalidade em todos os estádios do ciclo de vida de *P. citri*. As mortalidades causadas por este fator, geralmente são induzidas por mecanismos de defesas (“bottom up”) presentes na planta. Além da inviabilidade de ovos, metabólitos secundários de defesa em plantas podem causar mortalidades em ninfas, adultos, além de

comprometer a reprodução e a ecdises de insetos. Os compostos de defesa presentes em plantas de café são os alcalóides como a cafeína, os flavonóides, ácidos clorogênicos e neoclorogênicos, pirazinas e cumarinas (Zualuaga *et al.*, 1971; Ortiz *et al.*, 2004; Chediak, 2009). Parte da presença destes compostos de defesa pode ser elucidada pela teoria da otimização defensiva, que prediz que uma planta deve defender melhor sua parte mais valiosa de forma a maximizar sua defesa com um mínimo de custo (Mckey, 1974; 1979; Rhoades, 1979; Bacci, 2006). A composição e a proporção de compostos de defesa na planta é variável, pois a expressão destes compostos são influenciadas pelo estado nutricional das plantas (Bush & Phelan, 1999; Leite *et al.*, 2006; Chediak, 2009) e por variáveis como temperatura, déficit hídrico e outros.

Dentre os estádios de desenvolvimento de *P. citri*, apenas ninfas de 3º ínstar constituíram à fase crítica de mortalidade. Assim, podemos inferir a que a taxa de crescimento populacional (R_0) de *P. citri* em plantas de café é determinada no 3º ínstar. Os fatores fisiológicos, climáticos e das plantas causam maior mortalidades nos estádios iniciais de desenvolvimento, enquanto que inimigos assumem maior importância nos estádios finais de desenvolvimento (Hawkins *et al.*, 1997). Comportamento semelhante foi observado neste estudo, onde a mortalidade por predadores constituiu o grupo de indivíduos mais importantes no controle de *P. citri*.

Dentre os fatores de mortalidade, somente predação foi fator-chave de mortalidade para *P. citri*. A mortalidade no estágio de 3º ínstar foi causada por *H. axyridis*, *C. steinmann* e *C. externa*. Portanto, estes predadores são inimigos naturais chave no controle biológico natural de *P. citri* em cafeeiros.

A identificação da fase crítica e do fator-chave de mortalidade de *P. citri* tem implicações diretas no controle e manejo desta praga. Neste contexto, deve se direcionar as técnicas de controle para o estágio de 3º ínstar (fase crítica) de *P. citri*. As técnicas a serem usadas no controle destas cochonilhas, devem priorizar práticas de manejo voltadas para o incremento e preservação de predadores (fator-chave) na área de cultivo. O manejo incorreto e adoção de práticas que afetam negativamente a população de predadores na área podem ocasionar surtos populacionais de *P. citri* em cultivos de café, conforme estimativa da mortalidade indispensável.

O controle biológico natural realizado por coccinélídeos e crisopídeos foi essencial para manutenção do controle populacional de *P. citri* no cafeeiro. Foi observado que *H. axyridis* é um predador eficiente de cochonilhas. Os coccinélídeos predadores apresentam grande capacidade de forrageamento e polífagia, são predadores eficientes nas fases larval e adulta, constituem eficientes predadores de insetos fitófagos e possuem ampla utilização no controle biológico de insetos-pragas em diferentes cultivos (Hodek, 1973; Obricki & Kring, 1998; Lixa, 2008). Entretanto, foi observado que os adultos apresentaram maior atividade de forrageamento no campo, possivelmente devido a sua capacidade de vôo.

Além de *H. axyridis*, outros predadores muito importante na regulação da dinâmica populacional de *P. citri* foram as espécies de crisopídeos. Duas espécies de crisopídeos ocorreram no campo, sendo elas a *C. externa* e *C. stainmann*. Algumas espécies de crisopídeos têm sido encontradas auxiliando na regulação de cochonilhas-farinhentas *P. citri* (Krishnamoorthy & Mani, 1989; Helal *et al.*, 2000; Gravena, 2003; Bezerra *et al.*, 2006), sendo relatados como importantes inimigos naturais, ocorrendo naturalmente em agroecossistemas

(Pedro Neto *et al.*, 2008). Esses predadores possuem ampla distribuição geográfica, sendo encontrados desde o sul dos EUA até a Argentina (Tauber *et al.*, 2000; Carvalho & Souza, 2000; Pedro Neto *et al.*, 2008). É importante ressaltar, que a fase larval de ambas as espécies de crisopídeos foi o estágio predominante nas avaliações de campo. A fase larval destes crisopídeos constitui a fase mais importante a ser usada no controle biológico de *P. citri*, porque na fase adulta estes indivíduos não atuam como predadores no ambiente.

Práticas de manejo visando o incremento e manutenção de predadores são de grande relevância em agroecossistema. Proporcionar ambiente adequado ao desenvolvimento e manutenção de inimigos naturais na área de cultivo é uma maneira eficiente de maximizar o controle biológico natural. Bastos *et al.*,(2003) relatou que no campo existe uma sincronia entre a ocorrência de pragas e os surtos populacionais de inimigos naturais, dado a relação de densidade dependente com as pragas que lhes servem de alimento. A manutenção de plantas invasoras nas entrelinhas de lavouras de café, cultivo próximo a matas e plantio consorciado são exemplos de importantes práticas de manejo que possibilitam a disposição de alimento no campo para os inimigos naturais. Outras práticas incluem não usar espécies hospedeiras de *P. citri* nas entre-linhas, dar preferência ao plantio de espécies floríferas, pois o pólen pode fornecer até 50% da dieta de coccinelídeos predadores (Weeden *et al.*, 2008). O néctar, pólen e a comunidade de artrópode não praga são fontes alternativas de alimento para inimigos naturais. A disponibilidade de alimento pode evitar queda na população de inimigos naturais e ocorrência de surtos populacionais de *P. citri* no campo.

Entre as estratégias de manejo das plantas a ênfase deve ser dada à adubação equilibrada. Respostas de defesas de plantas contra o ataque de fitófagos estão diretamente correlacionadas com seu estado nutricional. O nitrogênio pode ser destacado como um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento da planta, pois ele está diretamente ligada a produção de compostos de defesa. Ele está envolvido na síntese de alcalóides, glicosídeos cianogênicos e glucosinolatos, terpenóides e fenólicos como flavonóides, taninos e ligninas (Awmack & Leather, 2002). Alternativamente, é comum a associação entre o aumento de doses de nitrogênio e a incidência de insetos fitófagos, quando essas fertilizações são desequilibradas em relação aos demais nutrientes fornecidos na formulação. Porém, outros fatores não considerados como deficiência por outros nutrientes (potássio ou zinco), presença de metabólitos secundários e condições ambientais, podem afetar a capacidade de resposta da planta (Marschner, 1995).

Também é importante ressaltar que a qualidade da planta pode determinar o “fitness” reprodutivo de insetos fitófagos (Awmack & Leather, 2002). As cochonilhas *P. citri*, quando expostas a concentrações maiores de nitrogênio no tecido vegetal, apresentaram maior taxa reprodutiva, maior número de fêmeas reprodutiva e menor período de desenvolvimento em plantas *Cóleus*, *Solenostemon scutellarioides* (Lamiaceae) (Hogendorp *et al.*, 2006). Assim, podemos inferir que aplicações de fertilizante na dosagem adequada permite maior expressão da resistência de plantas, menor incidência e desenvolvimento destas pragas.

Insetos herbívoros podem ser mais abundantes em algumas épocas do ano. Podendo dá origem a surtos populacionais frequentes e imprevisíveis a diversas culturas. Neste contexto, podemos destacar a cochonilha *P. citri*, que

vem se destacando por sua dificuldade de controle e pela severidade de seu ataque à várias culturas, incluindo lavouras de café. A principal forma de controle desta praga no campo é através do controle químico. O uso excessivo de pesticidas empregados no controle desta praga pode causar problemas de resistência, ressurgência de pragas e contaminação ambiental, além da mortalidade de inimigos naturais (Leite *et al.*, 1998; Bacci, 2006). Neste contexto, torna-se necessário a adoção de pesticidas seletivos em favor de inimigos naturais. É importante que estas aplicações sejam realizadas nas horas mais frescas do dia, onde o forrageamento de inimigos naturais no campo é menor, diminuindo a exposição destes à ação de pesticidas (Bacci *et al.*, 2009; Picanço *et al.*, 2010).

Devido ao fato das cochonilhas possuírem uma pulverulência branca composta por cera que confere proteção contra aplicação de inseticidas, daí a necessidade de métodos de controle alternativos (Copeland *et al.*, 1985; Walker, 2000; Hogendorp *et al.*, 2006). Para aumentar a penetração do inseticida sob a camada de cera dessas cochonilhas, pode ser adicionado à calda inseticida adjuvantes como óleos vegetais e óleos minerais (Picanço *et al.*, 1998), que possibilita a maior penetração e o contato do pesticida com as cochonilhas, conferindo maior eficiência de controle destes indivíduos.

Neste trabalho os resultados elucidam os fatores e mecanismos responsáveis pela flutuação populacional de *P. citri* e identifica os importantes fatores que devem ser considerados para o desenvolvimento de estratégias e táticas de manejo da praga. É importante ressaltar, que o estágio crítico e fator-chave de mortalidade de cochonilhas *P. citri* foi composto por ninfas de 3º ínstar e os predadores *H. axyridis*, *C. externa* e *C. stainmann*. Táticas de manejo que visem incrementar a ação desses inimigos naturais devem ser

consideradas durante o processo de manejo desta praga. A adoção destes fatores de mortalidade no manejo de *P. citri* representa o primeiro passo para reduzir o impacto da praga ao agroecossistema cafeeiro.

5. CONCLUSÕES

- ✓ O estágio crítico de mortalidade de *Planococcus citri* é o 3º ínstar ninfal.
- ✓ Os fatores-chave de mortalidade são os predadores *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla steinmann* e *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae).

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alyokhin, A.; Drummond, F. A.; Sewell, G.; Storch, R. H. Differential Effects of Weather and Natural Enemies on Coexisting Aphid Populations. **Environmental Entomology**, v.40, n.3, p.570-580. 2011.
- Andow, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.561–586. 1991.
- Astridge, D.; Fay, H.; Elder, R. **Citrus Mealybug in rare fruit**. <http://www2.dpi.qld.gov.au/horticulture/5105.html>. 2005.
- 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 Thesis*, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. 123 p.
- Bacci, L.; Picanço, M. C.; Barros, E. C.; Rosado, J. F.; Silva, G. A.; Silva, V. F.; Silva, N. R. Physiological selectivity of insecticides to wasps (Hymenoptera: Vespidae) preying on the diamondback moth. **Sociobiology**, v.53, p.151-167. 2009.
- Bastos, C. S.; Galvão, J. C. C.; Picanço, M. C.; Cecon, P. R.; Pereira, P. R. G. Insect phitophagous and predators incidence on maize and bean cultivated in exclusive and intercropped systems. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.391-397. 2003.
- Bezerra, G. C. D.; Santa-Cecília, L. V. C.; Carvalho, C. F.; Souza, B. Biological aspects of the adult stage of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) originating from the larvae fed *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.603-610. 2006.
- Bush, J. W.; Phelan, L. Mixture models of soybean growth and herbivore performance in response to nitrogen-sulphur-phosphorus nutrient interactions. **Ecological Entomology**, v.24, n.1, p.132-145. 1999.
- Carvalho, C. F.; Souza, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno, V. H. P. (Ed.), **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. UFLA, Lavras, 2000. 196 p.
- CCB, Crop Compendium BAYER. ***Planococcus citri* Risso**. Disponível em: http://compendium.bayercropscience.com/BAYER/CropScience/CropCompendium/BCSCropComp.nsf/id/Planococcus_citri.htm?open&ccm=200010. 2011.
- Chediak, M., **Dinâmica e Fatores-chave de mortalidade da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*)**. *Magister Scientiae Thesis*, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. 30 p.

- Copeland, M. J. W.; Tingle, C. C. D.; Saynor, M.; Panis, A. Biology of glasshouse mealybugs and their predators and parasitoids. In: Hussey, N.W., Scopes, N. (Eds.), **Biological pest control**. Ithaca, NY, Cornell University. 1985.
- Corrêa, L. R. B.; Bonani, J. P.; Santa-Cecília, L. V. C.; Souza, B. Aspectos biológicos da cochonilha-branca [*Planococcus citri* (Risso, 1813)] em citros, **Laranja**. v.2, p.265-271. 2005.
- Costa, J. N. M.; Teixeira, C. A. D.; Sallet, L. A. P.; Gama, F. C. **Cochonilhas ocorrentes em cafezais de Rondônia**, Circular Técnica, 110. EMBRAPA, Porto Velho, RO, 2009. 6 p.
- Cox, J. M. Identification of *Planococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae) and the description of a new species. **Systematic Entomology**, v.6, p.47-53. 1981.
- Entwistle, P. F. **Pests of Cocoa**. Longman, London, 1972. 779 p.
- Evans, L.T., **Crop evolution, adaptation, and yield**. Cambridge University Press, New York. 1993.
- Gallo, D. Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C. de; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramim, J. D.; Marchim, L. C.; Lopes, J. R. S.; Omoto, C. **Manual de entomologia agrícola**. FEALQ, São Paulo, 2002. 920 p.
- Gravena, S. Cochonilha branca: descontrolada em 2001. <http://www.gravena.com.br/dicas_de_mep.htm>. 2003.
- Harcourt, D. G. Design of a sampling plan for studies on the population dynamics of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Lepidoptera: Plutellidae). **Canadian Entomologist**, v.93, p.820-831. 1961.
- Hawkins, B. A.; Cornell, H. V.; Hochberg, M. E. Predator, parasitoids, and pathogens as mortality agents in phytophagous insect populations. **Ecological Society of America**, v.78, n.7, p.2145-2152. 1997.
- Helal, E. M.; Donia, A. R.; Abd El-Hamid, M. M.; Zakzouk, E. A. Abundance of insect and mite species in some citrus orchards. **Acta Horticulturae**, v.525, p.443-453. 2000.
- Hodek, I. **Biology of Coccinellidae**. Academic of Sciences, Prague, 1973. 260p.
- Hogendorp, B. K.; Cloyd, R. A.; Swiader, J. M. Effect of Nitrogen Fertility on Reproduction and Development of Citrus Mealybug, *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae), Feeding on Two Colors of Coleus, *Solenostemon scutellarioides* L. Codd. **Environmental Entomology**, v.35, n.2, p.201-211. 2006.

- Hunter, M. D.; Price, P. W. Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities *Ecology*, v.73, n.3, p.724-732. 1992.
- Kerns, D.; Wright, G.; Loghry, J. Citrus Mealybug (*Planococcus citri*), **Citrus Arthropod Pest Management in Arizona**. The University of Arizona, Arizona. 2004.
- Krishnamoorthy, A.; Mani, M. Records of green lacewings preying on mealybugs in India. **Current Science**, v.58, n.3, p.155-156. 1989.
- 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, n.8, p.1241-1245. 2006.
- Leite, G. L. D.; Picanço, M. C.; Guedes, R. N. C.; Gusmão, M. R. Selectivity of insecticides with and without mineral oil to *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae), a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ceiba**, v.39, p.191-194. 1998.
- Lixa, A. T. **Coccinellidae (Coleoptera) usando plantas aromáticas como sítio de sobrevivência e reprodução em sistemas agroecológico, e aspectos biológicos em condições de laboratório**. Magister Scientiae Thesis, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008. 77p.
- Maniania, N. K. A Device for Infecting Adult Tsetse Flies, *Glossina* spp., with an Entomopathogenic Fungus in the Field. **Biological Control**, v.11, p.248-254. 1998.
- Marschner, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, San Diego, 1995. 889p.
- Mckey, D., Adaptive patterns in alkaloid physiology. **American Naturalist**, v.108, p.305-320. 1974.
- Mckey, D., The distribution of secondary compounds within plants. In: Rosenthal, G.A., Janzen, D.H. (Eds.), **Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites**. Academic Press, New York. 1979.
- Mitchell, C.; Johnson, S. N.; Gordon, S. C.; Birch, A. N. E.; Hubbard, S. F. Combining plant resistance and a natural enemy to control *Amphorophora idaei*. **BioControl**, v.55, p.321-327. 2010.
- Morandi Filho, W. J.; Grützmacher, A. D.; Bottom, M.; Bertin, A. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Planococcus citri* em diferentes estruturas vegetativas de cultivares de videira, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p.941-947. 2008.
- Morris, R. F. Predictive population equations based on key factors. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v.32, n.1, p.16-21. 1963.

- Naranjo, S. E.; Ellsworth, P. C. Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, p.116, n.1, p.185-190. 1985.
- Obricki, J. J.; Kring, T. J. Predaceous Coccinelidae in biological control. **Annual Review of Entomology**, v.43, p.295-321. 1998.
- Ortiz, A. R.; Ortiz, A. F.; Vega, F. E.; Posada, F. Volatile composition of coffee berries at different stages of ripeness and their possible attraction to the coffee berry borer *Hypotenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). **Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.1, p.5914-5918. 2004.
- Parrela, M. P. **The development and implementation of integrated pest management strategies in floriculture**. University of California, 1995. Disponível em: <<http://endowment.org/archives/1995/06/the-development-of-integratedpest-management-in-floriculture-1995-proposal>>. 2007.
- Pedro Neto, M.; Carvalho, C. F.; Reis, P. R.; Santa-Cecília, L. V. C.; Souza, B.; Alcantra, E.; Silva, R. A Biological aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen) preying on *Oligonychus ilicis* (McGregor) and *Planococcus citri* (Risso). **Coffee Science**, v.3, n.2, p.85-93. 2008.
- Pereira, E. J. G.; Picanço, M. C.; Bacci, L.; Crespo, A. L.; Guedes, R. N. Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, v.97, n.4, p.421-32. 2007a.
- Pereira, E. J. G. Picanço, M. C.; Bacci, L.; Della Lucia, T. M. C.; Silva, E. M.; Fernandes, F. L. Natural mortality factors of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) on *Coffea Arabica*. **Biocontrol Science and Technology**, v.17, p.441-455. 2007b.
- 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 Prot**, v.17, p.447-452. 1998.
- Picanço, M. C.; Oliveira, I. R.; Rosado, J. F.; Silva, F. M.; Gontijo, P. C.; Silva, R. S. Natural biological control of *Ascia monuste* by the social wasp *Polybia ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v.56, p.67-76. 2010.
- Podoler, H.; Rogers, D. A new method for the identification of key factors from life-table data. **Journal of Animal Ecology**, v.44, n.1, p.85-114. 1975.
- Rhoades, D. F. Evolution of plant chemical defense against herbivores. . In: Rosenthal, G.A., Janzen, D.H. (Eds.), **Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites**. Academic Press, New York, 1979. 4-54p.
- Ross, L.; Pen, I.; Shuker, D. M. Sex-specific dispersal behaviour of crawlers in the mealybug *Planococcus citri*. **Entomologia Hellenica**, v.19, p.54-65. 2010.
- Santa-Cecília, L. V. C.; Correa, L. R. B.; Souza, B.; Prado, E.; Alcantra, E. Desenvolvimento de *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera:

- Pseudococcidae) em cafeeiros. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, n.1, p.13-15. 2009.
- Santa-Cecília, L. V. C., Reis, P. R., Souza, J. C. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas farinhentas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.333-334. 2002.
- Smits, N.; Fargues, J.; Rougier, M.; Goujet, R.; Itier, B. Effects of temperature and solar-radiation interactions on the survival of quiescent conidia of the enthomopathogenic hyphomycete *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown and Smith. **Mycopathologia**, v.135, p.163–170. 1996.
- Southwood, T. R. E.; Henderson, P. A. **Ecological methods**. Blackwell Science London, 2000, 576 pp.
- Tauber, M. J.; Tauber, C. A.; Daane, K. M.; Hagen, K. S. Commercialization of predators: recent lesson from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). **American Entomologist**, v.46, n.1, p.26-38. 2000.
- Varley, G. C.; Gradwell, G. R. Factors in insect population studies. **Journal Animal Ecology**, v.29, n.1, p.399-401. 1973.
- Walker, D.E. **Culturing mealybug parasites**. Association of Education and Res. Greenhouse Curators News, p.1-3. 2000.
- Wang, X. G.; Nadel, H.; Johnson, M. W.; Daane, K. M.; Hoelmer, K.; Walton, V. M.; Pickett, C. H.; Sime, K. R. Crop domestication relaxes both top-down and bottom-up effects on a specialist herbivore. **Basic and Applied Ecology**, v.10, p.216–227. 2009.
- Weeden, C. R.; Shelton, A. M.; Hoffmann, M. P. **Biological control : a guide to natural enemies in North America**. Cornell University, Ithaca, New York, 2008.
- Williams, D. J.; Granara De Willink, M. C. **Mealybugs of Central and South America**. CAB International, Wallingford, 1992. 629p.
- Zambolim, L. **Tecnologias de produção de café com qualidade**. UFV, Viçosa, 2001. 648p.
- Zualuaga, V. J.; Valencia, A. G.; Gonzalez, J. Contribucion al estudio de la naturaleza de la resistencia de la cafeto a *Cerotocystis fimbriata*. **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, v.22, n.1, p.43-68. 1971.