

MAURÍCIO JOSÉ FORNAZIER

**BIOECOLOGIA, DANO E CONTROLE DE *Planococcus citri* (RISSO)
(HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) em *Coffea canephora* PIERRE EX
FROEHNER (RUBIACEAE)**

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

VIÇOSA

MINAS GERAIS – BRASIL

2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal
de Viçosa - Campus Viçosa

T

F727b
2016
Fornazier, Maurício José, 1961-
Bioecologia, dano e controle de *Planococcus citri* (Risso)
(Hemiptera: Pseudococcidae) em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner
(Rubiaceae) / Maurício José Fornazier. - Viçosa, MG, 2016.
ix, 91f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Cola Zanúncio.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Planococcus citri*. 2. Café - Doenças e pragas - Controle.
3. Relação hospedeiro - parasito. 4. Café - fatores climáticos.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia.
Programa de Pós-graduação em Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 595.754

MAURÍCIO JOSÉ FORNAZIER

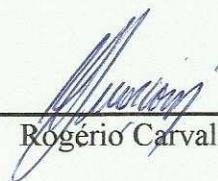
**BIOECOLOGIA, DANO E CONTROLE DE *Planococcus citri* (RISSO)
(HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) em *Coffea canephora* PIERRE EX
FROEHNER (RUBIACEAE)**

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

APROVADA: 24 de fevereiro de 2016.



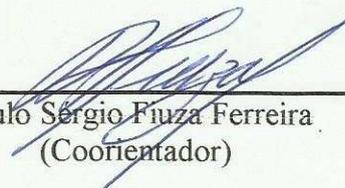
Lúcio Herzog De Muner



Rogério Carvalho Guarçoni



David dos Santos Martins
(Coorientador)



Paulo Sérgio Fiuza Ferreira
(Coorientador)



José Cola Zanuncio
(Orientador)

Dedico

A Deus nosso Pai que me deu a oportunidade de fazer o curso de Doutorado em Entomologia, mesmo depois de tantos anos do Mestrado.

A meus pais, Pedro e Celina, exemplos de vida e que me mostraram os caminhos de persistência a serem seguidos.

A Margareth, Thays, Débora e Maurício, família querida.

A Máximo e Cacilda, meus sogros e novos pais que me acolheram.

Ao Departamento de Entomologia, da Universidade de Viçosa pela oportunidade de realizar o antigo sonho do Doutorado.

Ao meu orientador, Prof. José Cola Zanuncio, que acreditou em minha potencialidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. José Cola Zanuncio por todos os conhecimentos recebidos, principalmente por me ensinar a transformar trabalho científico em Ciência. Tenho absoluta certeza que este tempo que passamos juntos é somente o início de duradoura parceria.

Aos meus coorientadores Prof. Paulo Sérgio Fiuza Ferreira e David dos Santos Martins pelo entusiasmo, ensinamentos e auxílio para execução dos trabalhos dessa tese.

Aos membros de minha banca de qualificação, Prof. José Eduardo Serrão e Sammy Fernandes Soares pelas inestimáveis contribuições aos artigos dessa tese.

Aos membros de minha banca de tese, Drs. Lúcio Herzog De Muner e Rogério Carvalho Guarçoni pelas contribuições com sugestões e críticas ao trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Entomologia e ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de cursar o doutorado nessa renomada instituição.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado do Espírito Santo (FAPES) por financiar minha bolsa de doutorado (Processo nº 59732326, Termo de Outorga nº 016/2012).

A todos os amigos que contribuíram ao longo desses anos de pesquisa com a chochonilha da roseta em café Robusta no Estado do Espírito Santo, particularmente a Admar Bautz, Alysson Scalfoni, David dos Santos Martins, João Luiz Perinni e Wander Ramos Gomes.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) e aos membros do Comitê de Pós-Graduação, ao Governo do Estado do Espírito Santo e ao ex-presidente do INCAPER Evair Vieira de Mello pela aprovação de minha participação no curso de doutorado.

Aos amigos Fiuza e Marisa pelo acolhimento fraterno em Viçosa e sincera amizade.

À minha esposa Margareth e filhos Thays, Débora e Maurício pelo incentivo para realização do doutorado e por serem os grandes sóis de minha vida.

BIOGRAFIA

Maurício José Fornazier, filho de Maurício Pedro Fornazier e Maria Celina Banzatto Fornazier, nasceu em Piracicaba, Estado de São Paulo, em 20 de fevereiro de 1961.

Formado em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP) em 1982. Realizou Mestrado em Entomologia, no Departamento de Entomologia da ESALQ/USP com orientação do Prof. Dr. Octávio Nakano, com conclusão em 1985.

Iniciou o curso de Doutorado em Entomologia em 2012 no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) com orientação do Prof. Dr. José Cola Zanuncio.

Servidor público do Estado do Espírito Santo desde 04 de outubro de 1984 e lotado no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro-Serrano do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

Curriculum lattes: <http://lattes.cnpq.br/1696597030678586>

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS GERAIS	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
MATERIAIS E MÉTODOS	4
Artigo 1 - Cochonilhas e inimigos naturais em café Robusta (cv. Conilon) e disseminação de <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera: Pseudococcidae)	4
Artigo 2 - Danos por <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera: Pseudococcidae) em café Robusta	4
Artigo 3 - Manejo de <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera: Pseudococcidae) com neonicotinoides e aumento da produtividade de café Robusta (cv. Conilon)	5
Formatação da tese	5
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
Artigo 1: Cochonilhas e seus inimigos naturais em café robusta (cv. Conilon) e disseminação de <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera: Pseudococcidae)	8
Resumo	9
Abstract	11

Introdução.....	12
Materiais e métodos.....	13
Resultados.....	14
Discussão.....	18
Conclusão.....	26
Agradecimentos.....	26
Referências.....	27
Artigo 2: Dano por <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera: Pseudococcidae) em Café Robusta.....	37
Resumo.....	38
Abstract.....	40
Introdução.....	41
Materiais e métodos.....	42
Resultados.....	43
Discussão.....	44
Agradecimentos.....	49
Referências citadas.....	49

Artigo 3: Manejo de <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera: Pseudococcidae) com neonicotinoides e aumento da produtividade de café Robusta (cv. Conilon).....	59
Resumo.....	60
Abstract.....	62
Introdução.....	63
Métodos experimentais.....	64
Inseticidas e aplicação.....	65
Características avaliadas.....	66
Delineamento experimental e análises estatísticas.....	66
Resultados.....	68
Discussão e conclusões.....	70
Agradecimentos.....	76
Referências.....	76
CONCLUSÕES GERAIS.....	90

RESUMO

FORNAZIER, Maurício José, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2016. **Bioecologia, dano e controle de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae)**. Orientador: José Cola Zanuncio. Coorientadores: Paulo Sérgio Fiuza Ferreira e David dos Santos Martins.

Café é uma das principais commodities agrícolas brasileiras exportadas, possui forte aspecto social, distribui renda e possibilita qualidade de vida no meio rural. Café Arábica (*Coffea arabica* L.) é o mais cultivado no mundo e o café Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) representa cerca de 45% da produção mundial e 30% da produção brasileira. Insetos, incluindo *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) têm sido relatados reduzindo a produtividade do café no Brasil. Essa cochonilha é praga polífaga, causa dano a diversas culturas e em café Robusta tem mostrado rápido crescimento populacional. O objetivo dessa tese foi contribuir para o conhecimento da dinâmica populacional de *P. citri*, seus inimigos naturais, dispersão no cafeeiro, disseminação na maior região produtora brasileira desse café, danos à produtividade e possibilidade de seu controle em condições de campo. Os resultados foram organizados em três artigos. O primeiro artigo constatou que *P. citri* é espécie de cochonilha dominante em café Robusta, com baixa população de inimigos naturais, disseminada de 14-714 m snm e associada à altitude, temperatura e precipitação. Flores e frutos do café permitiram seu desenvolvimento na primavera-verão e plantas associadas ao cultivo do café podem ser refúgio. O segundo artigo relata danos diretos à produtividade entre 25,2% a 46,4% e seu controle via foliar, no tempo correto, proporcionou acréscimo médio de 1.360,82 kg.ha⁻¹.ano⁻¹. Rosetas infestadas se correlacionaram positivamente com cochonilhas vivas e a produtividade negativamente com rosetas infestadas e cochonilhas vivas. O terceiro artigo mostrou três níveis de infestação natural e dano superior a 60% na produtividade. Neonicotinoides reduziram a população de *P. citri* em dose única aplicados de julho a setembro, sem reaplicação e seu uso tardio permitiu maior dispersão de *P. citri* nas plantas de café Robusta. Esses produtos podem ser usados em programas de manejo integrado de pragas nesse café.

ABSTRACT

FORNAZIER, Maurício José, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2016. **Bioecology, damage and control of *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) in *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae)**. Adviser: José Cola Zanuncio. Co-advisers: Paulo Sérgio Fiuza Ferreira and David dos Santos Martins.

Coffee is one of the most important agricultural exported Brazilian commodities, it has a strong social aspect, distributes income and enables quality of life in rural areas. Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) is the most species cultivated worldwide, although Robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) represents circa 45% of world, and 30% of Brazilian total production. Insects, including *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) has been related reducing coffee yield in Brazil. This is a polyphagous mealybug, causes damage to several crops and Robusta coffee allows fast development of its population. This thesis aimed to contribute with the knowledge of the population dynamics of *P. citri*, their natural enemies, dispersion in the coffee canopy, spread in the Brazilian Robusta coffee largest producing-region, damage to yield and the possibility of its control under field conditions. Results were organized into three papers. The first showed that *P. citri* is the dominant mealybug in Robusta coffee with low population of natural enemies, spread from 14 to 714 m asl, and its population was associated with altitude, temperature and rainfall. Coffee flowers and fruits allowed its development in the spring-summer, and plants associated with coffee may be refuge. The second article reports direct damages to yield varying from 25.2% to 46.4%, and that foliar sprays at the right time had increased an average of 1,360.82 kg.ha⁻¹.year⁻¹ on yield. Infested rosettes were positively correlated with live mealybugs, and yield negatively with infested rosettes and live mealybugs. The third article pointed out three levels of natural infestation and damage over than 60% on yield. Neonicotinoids effectively reduced field population of *P. citri* as a single dose through soil drench application from July to September, without reapplication. Soil later applications allowed greater dispersion of *P. citri* in Robusta coffee canopy. These products can be used in integrated pest management programs in Robusta coffee.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O café é produzido em países em desenvolvimento, possui aspecto social que distribui renda, previne a saída dos agricultores da atividade rural e possibilita sua sobrevivência com qualidade de vida (Schmidt et al. 2004). *Coffea arabica* L. (café Arábica) é a espécie de café mais cultivada comercialmente no mundo e tem qualidade de bebida superior à de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café Robusta). (ICAPEBR 2015). Entretanto, a participação do café Robusta no mercado internacional cresceu devido à elevação do consumo mundial de café, menor custo de produção e desenvolvimento de processos industriais específicos para esse café (Fonseca et al. 2007, ICAPEBR 2015). A produção mundial cresceu 125%, mas a de café Robusta cresceu 418% e a de Arábica 56% desde a década de 1960 (USDA 2015). A produção de café Robusta é cerca de 45% da produção mundial (~3,9 milhões ton) e estima-se que atinja 55% em 2030 (Icafebr 2015).

Café é um dos mais importantes produtos agrícolas exportados pelo Brasil, ocupa área de aproximadamente 2 milhões ha e produção de 2,6 milhões ton na safra 2014/2015 (IBGE 2015). Cerca de 90% da produção se concentra na região Sudeste. O café Arábica é relacionado a climas mais amenos, temperaturas entre 19-21°C e altitudes de 500-1.200 m snm. Café Robusta é composto por dois principais grupos, Guineense e Congolês (Musoli et al. 2009). A cultivar Conilon (grupo Guineense) é a mais plantada no Brasil e responsável por cerca de 30% da produção nacional de café (IBGE 2015). Essa espécie de café é usada principalmente na indústria da torrefação e de café solúvel devido a métodos de processamento capazes de melhorar a qualidade da bebida, permitindo seu maior uso em blends com café Arábica (Fonseca et al. 2007). A maior parte das áreas plantadas com café Robusta apresenta temperaturas médias entre 22-26 °C e altitudes inferiores a 500 m snm (Ferrao et al. 2007b).

O café Robusta é relatado como mais resistente às interferências de clima e doenças, possui maior produtividade com custo de produção inferior ao café Arábica (ICAPEBR 2015). Entretanto, mudanças climáticas são preocupações crescentes quanto ao futuro da produção mundial de café e o calor e seca

atípicos têm comprometido a produtividade brasileira (IBGE 2015). Melhoria da produtividade com adoção de variedades mais produtivas e resistentes às adversidades climáticas e fatores bióticos pode possibilitar maior oferta e competitividade do café. A cultivar de café Robusta mais plantada no Brasil (Conilon) tem programa específico para melhoria de suas características para produtividade, resistência a esses fatores, melhoria do tamanho dos grãos e da qualidade da bebida (Ferrão et al. 2007 a).

Pragas podem reduzir a produção agrícola e afetar a produção de grãos ou reduzir o valor comercial de frutos em diversas culturas econômicas. A broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), o bicho mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) são as principais pragas do cafeeiro no Brasil (Fornazier et al. 2007, Reis et al. 2010).

Cochonilhas se tornam pragas agrícolas, especialmente em novas áreas sem inimigos naturais. Estes insetos são polívoros, sugam seiva de folhas, caules e raízes e exploram grande número de hospedeiros (Williams e Granara de Willink 1992). Cochonilhas das famílias Cerococcidae, Coccidae, Diaspididae, Ortheziidae e Pseudococcidae são relatadas na cultura do café no Brasil, particularmente em plantas em fase inicial de crescimento (Ben-Dov 2015). Cochonilhas farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) formam um complexo de seis espécies nas raízes e três na parte aérea de plantas de café no Brasil, com destaque para os gêneros *Dysmicoccus*, *Planococcus* e *Pseudococcus* (Santa-Cecília et al. 2002).

O gênero *Planococcus*, originário da região Paleártica, tem 43 espécies descritas com seis nas Américas Central e do Sul, principalmente *Planococcus citri* (Risso) (Ben-Dov 2015) colonizando, preferencialmente, o pedúnculo de frutos. Esse gênero apresenta ampla distribuição em diferentes regiões geográficas se multiplicando em plantas cultivadas em campo e casa de vegetação, principalmente frutíferas como cítricos, goiabeira, mangueira e videira (Williams e Granara de Willink 1992, Ben-Dov 2015).

Surtos de cochonilhas têm sido relatados no Brasil desde a década de 1920, preferencialmente associadas à região do pedúnculo de frutos (Gravena 2003). *Planococcus citri* foi constatada como problema para a cafeicultura desde a

safras 1999/2000 causando queda de flores e frutos recém-formados de café Robusta (Rung et al. 2009, Fornazier et al. 2015). Essa cochonilha se refugia nas raízes do cafeeiro do final do verão ao início da primavera, quando se movem para a parte aérea das plantas. Ninfas e fêmeas adultas sugam a seiva nas rosetas do cafeeiro causando queda de botões florais e frutos novos, chochamento de frutos em desenvolvimento e acentuando a queda na produtividade do café Robusta (cv. Conilon) (Fornazier et al. 2015). Ocorrências de cochonilhas, particularmente, *P. citri* têm sido observadas, mas estimativas reais de seus danos ao café precisam ser mais bem estabelecidas.

2. OBJETIVO GERAL

Contribuir para o conhecimento sobre cochonilhas e seus inimigos naturais associados à cultura do café Robusta na maior região produtora do Brasil para auxiliar em programas de manejo integrado de pragas.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar as espécies de cochonilhas e seus inimigos naturais associados ao café Robusta.

Estudar a dispersão de *P. citri* e principais partes da planta do cafeeiro Robusta infestadas.

Identificar plantas hospedeiras alternativas de *P. citri* associadas ao café Robusta e que possam ser refúgio.

Associar fatores ambientais à disseminação de *P. citri* na maior região produtora brasileira de café Robusta.

Quantificar os danos de *P. citri* à produtividade do café Robusta em condições de campo.

Determinar a possibilidade de uso de neonicotinóides aplicados via solo para redução da população e danos de *P. citri* ao café Robusta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Artigo 1 - Cochonilhas e inimigos naturais em café Robusta (cv. Conilon) e disseminação de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)

Cochonilhas foram amostradas em lavouras comerciais de café Robusta em 56 municípios produtores de café Conilon no Estado do Espírito Santo e partes vegetais foram coletadas totalizando 681 amostras. Predadores coletados nas amostras foram acondicionados com as partes vegetais infestadas. Metade das cochonilhas de cada amostra foi mantida para emergência de parasitoides e a outra metade enviada para identificação por especialistas. Amostras de *P. citri* foram enviadas para confirmação da espécie por DNA/PCR-RAPD. Mapas com isotérmicas, isoietas e pontos georreferenciados de ocorrência de *P. citri* em lavouras de café Robusta foram elaborados usando o Software – ESRI APCGIS 10.0, Arc map (ESRI 2011). A base de dados climatológicos utilizada foi o SIM (2014) do Incaper.

3.2. Artigo 2 - Danos por *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) em café Robusta

Danos da infestação natural de *P. citri* à produtividade do cafeeiro Robusta foram repetidas em seis lavouras comerciais irrigadas e conduzidas para alta produtividade. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com dois tratamentos e 20 repetições, em dois locais e três anos. O tratamento com controle constou de duas pulverizações com inseticida, no início de outubro e repetida após 45 dias. A primeira pulverização foi realizada, imediatamente, após a primeira amostragem. O número de cochonilhas vivas foi contado em cinco rosetas em microscópio estereoscópico e aumento de 20 vezes. As reduções das populações foram calculadas usando a fórmula de Abbott (1925). O dano de *P. citri* à produção de café Robusta foi obtido por parcela experimental e a média dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A análise de correlação foi testada com o teste t, os modelos de regressão com o teste F, o programa SAEG utilizado para as análises estatísticas.

3.3. Artigo 3 - Manejo de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) com neonicotinoides e aumento da produtividade de café Robusta (cv. Conilon)

Dois princípios ativos de neonicotinoides foram utilizados em duas formulações e três épocas de aplicação, em dose única ou parcelada visando a redução da população natural de *P. citri*. Os experimentos foram instalados em lavouras comerciais irrigadas de café Robusta, conduzidas para obtenção de alta produtividade. Os produtos foram aplicados via solo e próximos ao tronco do café. O delineamento experimental foi em blocos casualizados para avaliar diferenças entre tratamentos com e sem inseticida, o melhor produto, a melhor dose, necessidade de parcelamento de dose, melhor época para aplicação e influência na produção do café. Rosetas infestadas, cochonilhas vivas, número de rosetas, peso de grãos e produtividade foram os parâmetros avaliados. Contrastes ortogonais e o teste de Scheffé foram utilizados para comparação das médias e grupo de médias. Os coeficientes de correlação (r) entre as variáveis foram testados pelo teste t.

3.4 Formatação da tese

A presente tese encontra-se organizada sob a forma de artigos científicos, como disposto no item 2.4 das normas para redação das teses da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Cada artigo encontra-se formatado de acordo com as normas da revista à qual será submetido.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Ben-Dov Y., Miller D.R., Gibson G.A.P. 2015. ScaleNet, Scales in a country query results. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov/scalecgi/region.exe?region=T&family=All&country=BRA&genus=&sub>

unit=ES&intro=A&detail=Yes®name=Neotropical&ctryname=Brazil
&action=Submit+Query&querytype=Subunit+Query/.

- ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Ferrão R.G., Ferrão M.A.G., Fonseca A.F.A., Pacova B.E.V. 2007a. Melhoramento genético de *Coffea canephora*. In: Ferrão R.G., Fonseca A.F.A., Bragança S.M., Ferrão M.A.G., De Muner L.H. (eds.). Café Conilon. Vitória, Brasil: Incaper. pp. 123-173.
- Ferrão R.G., Fonseca A.F.A., Bragança S.M., Ferrão M.A.G., De Muner L.H. (eds.). 2007b. Café Conilon. Vitória, ES, Brasil: Incaper. 702 pp.
- Fonseca, A.F.A., Ferrão R.G., Ferrão M.A.G., Verdin Filho A.C., Volpi P.S. 2007. Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita. In: Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG, De Muner LH, eds. Café Conilon. Vitória, Brasil: Incaper. pp. 123-173.
- Fornazier M.J., Martins D.S., Pratisoli D. 2015. Manejo Integrado de Pragas. In: Fonseca A.F.A., Sakyama N.S., Borém A. (eds.). Café conilon: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Editora UFV. pp. 138-161.
- Fornazier M.J., Fanton C.J., Benassi V.L.M.R., Martins D.S. 2007. Pragas do café Conilon. In: Ferrão R.G., Fonseca A.F.A., Bragança S.M., Ferrão M.A.G., De Muner L.H. (eds.). Café Conilon. Vitória, Brasil: Incaper. pp. 405-449.
- Gravena S. 2003. Cochonilha Branca: descontrolada em 2001. Laranja, 24, 71-82.
- IBGE. 2015. Levantamento sistemático da produção agrícola: novembro 2015. Disponível em:
[http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201511.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201511.pdf).
- ICAFEFR (Bureau de Inteligência Competitiva do Café). 2015. Relatório internacional de tendências do café, 4 (9), 1-4. Disponível em:
<http://www.icafebr.com.br/publicacao2/Relatorio%20v.4%20n.9.pdf>).
- Musoli P., Cubry P., Aluka P., Billot C., Dufour M., De Bellis F., Pot D., Bieysse D., Charrier A., Leroy T. 2009. Genetic differentiation of wild and cultivated populations: diversity of *Coffea canephora* Pierre in Uganda. Genome, 52, 634-46.

- Reis P.R., Souza J.C., Santa-Cecília L.V.C., Silva R.A., Zacarias M.S.. 2010. Manejo integrado de pragas do cafeeiro. In: Reis P.R., Cunha R.L. (eds).. Café arábica: do plantio à colheita. Vol. 1. Lavras, MG: Epamig. pp. 573-688.
- Rung A., Miller D.R., Scheffer S.J. 2009. Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism method to distinguish three mealybug groups within the *Planococcus citri*-*P. minor* species complex (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology*, 102, 8-12.
- Santa-Cecília L.V.C., Reis P.R., Souza J.C. 2002. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas farinhentas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. *Neotropical Entomology*, 31, 333-334.
- Schmidt HC., De Muner L.C., Fornazier M.J. 2004. Cadeia Produtiva do café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo. 1ª ed. Vitória, ES: Gráfica Espírito Santo. 56 pp.
- SIM (Sistema de Informações Meteorológicas, Incaper). 2014. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/#>.
- USDA (U.S. Department of Agriculture) (2015) Forecast Overview 2015/16. Coffee: Markets and Trade, December/2015. Disponível em: (<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>)
- Williams D.J., Granara de Willink M.C. 1992. Mealybugs of Central and South America. Wallingford: CABI. 635 pp.

Cochonilhas e Inimigos Naturais em Café Robusta (cv. Conilon) e Disseminação de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)

Short title: Cochonilhas, inimigos e disseminação em café

Maurício José Fornazier^{1*}, David dos Santos Martins¹, Paulo Sérgio Fiuza Ferreira², José Eduardo Serrão³, José Cola Zanuncio²

1 Departamento de Entomologia, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Caixa Postal 47, CEP 29375-000, Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brazil, **2** Departamento de Entomologia/BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brazil, **3** Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG

*mauriciofornazier@gmail.com; fornazier@incaper.es.gov.br (MF)

Resumo

Café é importante commodity agrícola brasileira para a exportação e o café Robusta (cv. Conilon) (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) representa 30% da produção brasileira de café. Broca-do-café e bicho-mineiro são pragas-chave dessa cafeicultura, mas cochonilhas têm se tornado importantes. *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) tem apresentado crescimento populacional e dano ao café Robusta. O objetivo desse trabalho foi determinar as espécies de cochonilhas e seus inimigos naturais associadas a esse café e em plantas daninhas e cultivadas em consórcio e a influência de fatores climáticos na disseminação de cochonilhas nas regiões de cultivo. Um total de 681 amostras foi coletado de outubro, 2002 a março, 2013 em 56 municípios e nove espécies de cochonilhas foram encontradas associadas ao café Robusta, oito delas nas flores e frutos e *P. citri* foi a mais frequente. Outros Coccidae, Pseudococcidae e Ortheziidae não apresentaram populações significativas. Café Robusta foi encontrado em altitudes de 14 a 714 m snm e *P. citri* disseminada nessa região de maior produção de café Robusta no Brasil e em regiões de expansão de seu cultivo. Flores e frutos permitiram excelente desenvolvimento desse inseto. *Bidens pilosa* (Asteraceae) e *Cuburbita maxima* (Cucurbitaceae) foram seus principais hospedeiros alternativos e *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) o principal parasitoide identificado. Os mais altos índices de *P. citri* predominaram em regiões de altitudes inferiores a 200 m snm, na isoterma 24-26°C e precipitação entre 1.000 a 1.200 mm. *Planococcus citri* é praga presente na cafeicultura brasileira e pode causar danos à produtividade do café Robusta.

Palavras-chave: altitude, citrus mealybug, hospedeiros alternativos, *Leptomastix dactylopii*, precipitação, temperatura

Scale Insects and Natural Enemies in Robusta Coffee (cv. Conilon) and Spread of *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)

Short title: Scale insects, enemies and spread on coffee

Maurício José Fornazier^{1*}, David dos Santos Martins¹, Paulo Sérgio Fiuza Ferreira², José Eduardo Serrão³, José Cola Zanuncio²

1 Departament of Entomology, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Caixa Postal 47, CEP 29375-000, Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brazil, **2** Departament of Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brazil, **3** Departament of Animal Biology, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG

Abstract

Coffee is an important Brazilian agricultural commodity for export, and Robusta coffee (cv. Conilon) (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) represents 30% of total Brazilian coffee production. Coffee berry borer and the leaf miner are key-pests of coffee species in Brazil and scale insects have become important pests. *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) has shown increasing in population and has caused damage to Robusta coffee. The aim of this study was to determine the species of scale insects and their natural enemies with spontaneous occurrence associated with this coffee species and on plants found within coffee plantations, and the influence of the climatic factors in the spread of mealybugs. A total of 681 samples was collected from October, 2002 to March, 2013 in 56 municipalities, and nine scale insect species were found associated with Robusta coffee, eight of them occurred in flowers and fruits, and *P. citri* were the most frequent. Other Coccidae, Pseudococcidae and Ortheziidae were found with no significant populations. Robusta coffee has been found at altitudes of 14-714 m asl and *P. citri* was found widespread in the region of the most Robusta coffee production in Brazil, and in areas of its expansion. Flowers and fruits allowed excellent development for population of this species. *Bidens pilosa* (Asteraceae) and *Cucurbita maxima* (Cucurbitaceae) were its main alternative hosts, and *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) was the main identified parasitoid. The highest levels of incidence of *P. citri* were found in regions at elevations below 200 m asl, in isotherm 24-26°C, and rainfall among 1,000-1,200 mm. *Planococcus citri* is a present pest in the Brazilian coffee-production region and can cause high damage levels to Robusta coffee yield.

Key words: alternative hosts, altitude, citrus mealybug, *Leptomastix dactylopii*, rainfall, temperature

Introdução

Café é um dos mais importantes produtos agrícolas exportados pelo Brasil e cerca de 90% da produção se concentra na região Sudeste. *Coffea arabica* L. (café Arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café Robusta) são cultivados no Brasil e a primeira espécie é relacionada a climas mais amenos, temperaturas entre 19-21 °C e altitudes de 500-1.200 m snm. *Coffea canephora* é composto por dois principais grupos, Guineense e Congolês [1] e a cultivar Conilon (grupo Guineense) a mais plantada no Brasil e responsável por cerca de 30% da produção nacional de café [2]. A maior parte das áreas plantadas com café Robusta apresenta temperaturas médias entre 22-26 °C e altitudes inferiores a 500 m snm [3]. O melhoramento genético do café Robusta (cv. Conilon) no Brasil tem obtido avanços significativos na produtividade [4].

A broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), o bicho mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) são as principais pragas do cafeeiro no Brasil [5, 6]. Cochonilhas se tornam pragas agrícolas, especialmente em novas áreas sem inimigos naturais. Estes insetos são polípagos, sugam seiva de folhas, caules e raízes e exploram grande número de hospedeiros [7].

Cochonilhas das famílias Cerococcidae, Coccidae, Diaspididae, Ortheziidae e Pseudococcidae são relatadas na cultura do café no Brasil, particularmente em plantas em fase inicial de crescimento [8]. Cochonilhas farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) formam um complexo de seis espécies nas raízes e três na parte aérea de plantas de café no Brasil, com destaque para os gêneros *Dysmicoccus*, *Planococcus* e *Pseudococcus* [9]. O gênero *Planococcus* é originário da região Paleártica, com 43 espécies descritas com seis delas nas Américas Central e do Sul, principalmente *Planococcus citri* (Risso) [8] que coloniza preferencialmente a região do pedúnculo de frutos [10]. Esse gênero apresenta ampla distribuição em diferentes regiões geográficas em plantas cultivadas no campo e casa de vegetação, principalmente frutíferas como cítricos, goiabeira, mangueira e videira [7, 8]. Existem relatos de surtos dessas cochonilhas em café no Brasil são registradas desde 1920 e têm provocado grande queda de frutos em condições em café Robusta. Isso tem provocado enorme redução da produtividade na cv. Conilon e dano econômico em cultivos comerciais [5]. Embora tenham sido observadas ocorrências de cochonilhas, particularmente de *P. citri*, não são

encontrados relatos de sua dispersão, flutuação populacional e dano econômico em café Robusta (cv. Conilon).

O objetivo desse trabalho foi determinar as espécies de cochonilhas e seus inimigos naturais associados a esse café e em plantas daninhas e cultivadas em consórcio, bem como a influência de fatores climáticos na disseminação de *P. citri* nas regiões de cultivo.

Materiais e métodos

Nenhuma permissão específica para estudos de campo envolvendo coleta de amostras de partes do cafeeiro foi requerida. Nenhuma das cochonilhas do estudo ou seus inimigos naturais são espécies protegidas ou ameaçadas de extinção.

Cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) foram amostradas em lavouras comerciais de café Robusta (cv. Conilon) de outubro de 2002 a março de 2013, totalizando 634 propriedades em 56 municípios produtores de café Robusta no Estado do Espírito Santo. Os pontos de coleta foram georreferenciados por GPS e as altitudes anotadas. Partes vegetais com qualquer espécie de cochonilha foram coletadas e as amostras separadas por parte infestada de cada planta, totalizando 681 amostras. A amostragem foi realizada em 05 plantas de café Robusta (cv. Conilon) por propriedade, com caminhar aleatório e coleta a cada 50 plantas, onde uma planta foi amostrada. As cochonilhas foram coletadas manualmente sobre as folhas, ramos, troncos, raízes, flores e rosetas nos cafeeiros e em plantas daninhas ou cultivadas consorciadas com esse café. As amostragens nas plantas daninhas e culturas consorciadas foram realizadas em área de 1,0 m² próxima às plantas de café amostradas, em lavouras em formação. Os clones que compuseram as lavouras comerciais não se encontravam identificados e não puderam ser determinados nas amostragens. O nível de infestação de cochonilhas nas rosetas foi determinado como baixo ou alto, de acordo com a necessidade subjetiva de intervenção para o controle. Predadores coletados nas amostras foram acondicionados em sacos de papel Kraft com as partes vegetais infestadas. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Entomologia do Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro-Serrano do Incaper. Metade das cochonilhas de cada amostra foi mantida em caixas de poliuretano com tampa (15x15x5 cm) para emergência de parasitoides. A outra metade foi mantida em álcool 70% para envio para identificação pelos

especialistas M.C. Granara de Willink, CONICET, INSUE, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, A.L.B.G. Peronti, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, Brasil e V.R.S. Wolff, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Porto Alegre, Brasil. Duas amostras de cochonilhas coletadas em café Robusta foram enviadas (M.P. Culik, 2004; D.S. Martins, 2006) para A. Rung, Plant Pest Diagnostics Branch, Department of Food and Agriculture/D. R. Muller, Systematic Entomology Laboratory, ARS-USDA para confirmação da espécie por DNA/PCR-RAPD. Os parasitoides foram enviados para G. Evans, USDA/APHIS/ Systematic Entomology Laboratory. Os mapas com as isotérmicas, isoietas, pontos amostrados de ocorrência de infestação de cochonilha da roseta em lavouras de café Conilon foram elaborados por meio do Software – ESRI APCGIS 10.0, Arc map [11]. A base de dados climatológicos utilizada foi do Sistema de Informações Meteorológicas/Incapar [12].

Resultados

Cochonilhas e inimigos naturais em café Robusta

Ceroplastes floridensis Comstock, 1881, *Coccus viridis* (Green, 1889), *Saissetia coffeae* Walker, (Hemiptera: Coccidae); *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), *D. texensis* (Tinsley), *Phenacoccus solani* Ferris, *Planococcus citri* (Risso, 1813), *Planococcus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae) e *Praelongorthezia praelonga* Douglas, 1891 (Hemiptera: Orthezidae) foram identificadas em café Robusta e *P. citri* foi a espécie mais frequente (94,3%). As demais espécies apresentaram ocorrência esporádica e juntas não ultrapassaram 6% das amostras. Oito espécies foram encontradas associadas às rosetas do café Conilon, sendo cinco Pseudococcidae. A roseta foi a parte da planta mais infestada por cochonilhas (84,3%) e *P. citri* a mais frequente nesse órgão (98,3%) (Tabela 1). Trinta e três espécimens de Hymenoptera foram coletados associados às cochonilhas em café Conilon e *Leptomastix dactylopii* Howard (Encyrtidae) apresentou o maior número de espécimens (30,3%). Três espécies de Hymenoptera não identificadas emergiram de *P. citri*. Oito espécimens de parasitoides não identificados emergiram de *C. viridis* e quatro de *S. coffeae*. Adultos de *Scymnus* sp. e *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) foram coletados em rosetas de café Robusta predando *P. citri*.

Cochonilhas em plantas associadas ao café Robusta

As espécies de cochonilhas *Ferrisia virgata* (Cockerell), *Nipaecoccus* sp., *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, *P. citri* (Pseudococcidae) e *S. coffeae* (Coccidae) foram encontradas em plantas invasoras e em *Cucurbita maxima* Duchesne (Cucurbitaceae) em consórcio com café Robusta, sendo *P. citri* a mais frequente (79,1%). Asteraceae foi a família com maior número de plantas hospedeiras de cochonilhas e o sistema radicular de *Bidens pilosa* L. foi hospedeiro de maior número de espécies de Coccidae (1) e Pseudococcidae (3). *Cucurbita maxima* (Cucurbitaceae) (41,9%) e *B. pilosa* (34,9%) foram as espécies de plantas invasoras com maior frequência de incidência de *P. citri*. Esta cochonilha também foi encontrada em raízes de *Lepidium virginicum* L. (Brassicaceae) (Tabela 2). Nenhum parasitoide emergiu dessas cochonilhas e nenhum predador foi coletado nessas plantas hospedeiras associadas às lavouras de café Robusta.

Tabela 1. Espécies de cochonilhas coletadas em diferentes partes da planta de café Robusta (cv. Conilon) no Estado do Espírito Santo

Família	Espécie	Parte infestada	Nº amostras
Coccidae	<i>Ceroplastes floridensis</i> Comstock, 1881	Roseta	1
	<i>Coccus viridis</i> (Green, 1889)	Ramo	1
	<i>Saissetia coffeae</i> Walker, 1852	Roseta	1
		Caule	1
		Roseta	3
	<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Cockerell)	Roseta	1
<i>Dysmicoccus texensis</i> (Tinsley) = (<i>bispinosus</i> Beardsley, 1965)	Raiz	1	
Pseudococcidae	<i>Phenacoccus solani</i> Ferris	Roseta	1
	<i>Planococcus</i> sp.	Ramo	1
		Roseta	1
	<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)	Folha	6
		Caule	32
		Raiz	11
		Flor	58
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller	Roseta	592	
Ortheziidae	<i>Praelongorthezia praelonga</i> Douglas, 1891	Roseta	2
		Folha	1

Expansão da área infestada por *Planococcus citri* em café Robusta

Café Robusta foi encontrado cultivado em altitudes de 14 a 714 m snm e *P. citri* em todos os municípios amostrados com diferentes níveis de infestação. A maior incidência de *P. citri* ($\approx 93\%$) foi constatada nos órgãos reprodutivos (flores + frutos) das plantas de café Robusta, sendo frutos (84,7%) o local preferido. Essa cochonilha foi também encontrada no caule (4,6%), raízes (1,6%) e folhas (0,8%) desse cafeeiro (Tabela 1). Cerca de 80% das lavouras infestadas por *P. citri* foram constatadas abaixo de 300 m snm. Alta infestação dessa cochonilha foi constatada em $\approx 58\%$ das propriedades e $\approx 95\%$ delas em altitudes inferiores a 500 m snm. Entretanto, $\approx 42\%$ das altas infestações foram constatadas em altitudes inferiores a 200 m snm, principalmente entre 100-200 m snm ($\approx 31\%$) (Tabela 3).

Tabela 2. Espécies de cochonilhas coletadas em diversas partes (Parte) das plantas invasoras e cultivadas em consórcio com café Robusta (cv. Conilon) no Estado do Espírito Santo

Cochonilha		Planta hospedeira		Parte	Local ¹	Nº ²
Família	Espécie	Família	Espécie			
Coccidae	<i>Saissetia coffeae</i> Walker, 1852	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Raiz	L	1
	<i>Ferrisia virgata</i> (Cockerell)	Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Raiz	L	1
Pseudococcidae	<i>Nipaecoccus</i> sp.	Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Raiz	L	3
		Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Raiz	SO	1
	<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley	Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Caule	L	1
		Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Raiz	L	1
		Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Raiz	L	1
	<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Raiz	L	15
					SG	3
		Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Raiz	L	1
		Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Raiz, Rama	SG	18

¹Municípios: L=Linhares; SG=São Gabriel da Palha; SO=Sooretama; ² N° = número de amostras.

Cerca de 58% das propriedades amostradas na região Norte do Espírito Santo estavam infestadas com *P. citri* e $\approx 38\%$ com altas infestações. Na região sul, lavouras com baixa infestação ($\approx 23\%$ do total) predominaram (Tabela 4). A maior concentração de lavouras infestadas ($\approx 90\%$) foi observada na isoterma de temperaturas médias entre

22 e 26°C, com predominância na isoterma 24-26°C ($\approx 56\%$). Lavouras com altas infestações ($\approx 38\%$) foram predominantes nessa isoterma (Tabela 5). Lavouras atacadas foram observadas em regiões com precipitação entre 1.000-1.300 mm anuais ($\approx 69\%$) e predomínio de lavouras com alta incidência ($\approx 36\%$) entre 1.000-1.200 mm (Tabela 6).

Tabela 3. Número (Nº) e percentagem (%) de lavouras de café Robusta (cv. Conilon) com baixa (B) e alta (A) infestação de *Planococcus citri* (Risso), número (ΣT) e percentagem ($\Sigma\%$) totais por classes de altitude (m asl) e número (ΣTE) e percentagem ($\Sigma\%E$) dos totais acumulados

Altitude (m snm)	B	%	A	%	ΣT (B+A)	$\Sigma\%$ (B+A)	ΣTE	$\Sigma\%E$
<100	63	9,94	74	11,67	137	21,61	137	21,61
101 a 200	88	13,88	195	30,76	283	44,64	420	66,25
201 a 300	40	6,31	47	7,41	87	13,72	507	79,97
301 a 400	24	3,79	24	3,79	48	7,57	555	87,54
401 a 500	34	5,36	15	2,37	49	7,73	604	95,27
501 a 600	11	1,74	8	1,26	19	3,00	623	98,27
601 a 700	6	0,95	4	0,63	10	1,58	633	99,84
> 700	1	0,16	0	0,00	1	0,16	634	100,00
Σ	267	42,11	367	57,89	634	100,00	634	100,00

Tabela 4. Número (Nº) e percentagem (%) de lavouras de café Robusta (cv. Conilon) com baixa (B) e alta (A) infestação de *Planococcus citri* (Risso), número (ΣT) e percentagem ($\Sigma\%$) totais por região produtora e número (ΣTE) e percentagem ($\Sigma\%E$) dos totais acumulados

Região	B	%	A	%	ΣT (B+A)	$\Sigma\%$ (B+A)	ΣTE	$\Sigma\%E$
Norte	120	18,93	243	38,33	363	57,26	363	57,26
Sul	147	23,19	124	19,56	271	42,74	634	100,00
Σ	267	42,11	367	57,89	634	100,00	634	-

Tabela 5. Número (Nº) e percentagem (%) de lavouras de café Robusta (cv. Conilon) com baixa (B) e alta (A) infestação de *Planococcus citri* (Risso), número (ΣT) e percentagem ($\Sigma\%$) totais por classes de temperatura média (°C) e número (ΣTE) e percentagem ($\Sigma\%E$) dos totais acumulados

Temperatura (°C)	B	%	A	%	ΣT (B+A)	$\Sigma\%$ (B+A)	ΣTE	$\Sigma\%E$
<18	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0
18 a 20	2	0,32	0	0,00	2	0,32	2	0,32
20,1 a 22	36	5,68	29	4,57	65	10,25	67	10,57
22,1 a 24	114	17,98	98	15,46	212	33,44	279	44,01
24,1 a 26	115	18,14	240	37,85	355	55,99	634	100,00
> 26	0	0,00	0	0,00	0	0,00	634	100,00
Σ	267	42,11	367	57,89	634	100,00	634	-

Tabela 6. Número (Nº) e percentagem (%) de lavouras de café Robusta (cv. Conilon) com baixa (B) e alta (A) infestação de *Planococcus citri* (Risso), número (ΣT) e percentagem ($\Sigma\%$) totais por classes de precipitação média anual (mm) e número (ΣTE) e percentagem ($\Sigma\%E$) totais acumulados

Precipitação (mm)	B	%	A	%	ΣT (B+A)	$\Sigma\%$ (B+A)	ΣTE	$\Sigma\%E$
<800	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0
801-900	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0
901-1000	11	1,74	6	0,95	17	2,68	17	2,68
1001-1100	64	10,09	97	15,30	161	25,39	178	28,08
1101-1200	61	9,62	131	20,66	192	30,28	370	58,36
1201-1300	30	4,73	56	8,83	86	13,56	456	71,92
1301-1400	18	2,84	42	6,62	60	9,46	516	81,39
1401-1500	30	4,73	12	1,89	42	6,62	558	88,01
1501-1600	27	4,26	13	2,05	40	6,31	598	94,32
1601-1700	21	3,31	10	1,58	31	4,89	629	99,21
> 1700	5	0,79	0	0,00	5	0,79	634	100,00
Σ	267	42,11	367	57,89	634	100,00	634	-

Discussão

Cochonilhas e inimigos naturais em café Robusta

Ceroplastes floridensis (Coccidae) foi encontrada em uma amostra de roseta de café Robusta, apesar dessa espécie estar distribuída em todas as regiões geográficas e a grande número de espécies vegetais [8]. Isso foi também observado para as outras sete

espécies de cochonilhas, exceto *P. citri*. *Coccus viridis* foi encontrada em uma amostra de ramo e roseta e tem sido relatada nos Estados brasileiros de Minas Gerais e Rio Grande do Sul [13, 14], associada a *Co. arabica*, *Co. canephora*, *Co. liberica* e *Co. robusta* [8]. A presença de *Saissetia coffeae* em quatro lavouras, principalmente nas rosetas do café e raízes de *Bidens pilosa* L. confirma o fato dela ser cosmopolita e ocorrer nos Estados da Bahia, Pará, Rio Grande do Sul e São Paulo, Brasil e *Coffea arabica* e *Co. canephora* podem ser infestadas por ela [8]. *Dysmicoccus texensis*, encontrada em raízes do café Robusta, foi relatada em frutos, raízes e brotos de *Co. arabica* [9] e frutos de café Robusta [15] e pode ser considerada cochonilha incidental em lavouras nas lavouras de Robusta e raramente requer controle químico. Apesar de *D. brevipes* ter sido encontrada em roseta de café Robusta ela é relatada em ramos, raízes e inflorescência [16] de café no Brasil. Uma colônia de *P. praelonga* foi encontrada em folhas de café Robusta e essa espécie foi relatada em surtos e causando dano ao café Robusta [17].

Dominância de *P. citri* foi observada em limão no campo, embora nunca tenha sido encontrada coexistindo com outra espécie; em condições de laboratório, com temperatura e umidade relativa controladas, desalojou outras cochonilhas com duas a três gerações [18]. Essa dominância pode estar relacionada ao seu hábito de agregação, alta população no mesmo órgão da planta e atração de formigas que fornecem proteção e favorecem sua rápida dispersão [19].

Planococcus citri foi a espécie mais frequente nas amostras de café Robusta e infestou principalmente as rosetas. A confirmação de *P. citri* foi por diagnóstico molecular [20] como a cochonilha do grupo ‘citri’ associada ao café Conilon brasileiro confirma o fato desse método ser rápido e confiável para distinguir espécies de cochonilhas em culturas como banana, cacau, caqui, grapefruit, laranja, limão, pomelo e romã [21, 22]. Esse método identificou *P. citri* como a cochonilha mais comum em plantações de uva nos Estados do Paraná e Pernambuco, Brasil [23]. Fêmeas de *Planococcus* spp. são morfológicamente semelhantes e as condições ambientais podem afetar as características utilizadas para identificação específica [24]. *Planococcus citri* e *P. minor* (Maskell, 1897) são pragas agrícolas importantes e sua ocorrência é confundida. *Planococcus minor* tem sido rotineiramente mal identificada devido à sua aparência similar, hospedeiros e distribuição geográfica semelhante a diversas espécies de *Planococcus*, particularmente *P. citri* [7, 24, 25]. *Planococcus citri* e *P. minor* pertencem ao grupo ‘citri’ e próximas geneticamente [21, 26], podem ser encontradas na

mesma planta hospedeira, e.g. café, e causar danos semelhantes [9]. Essa espécie tem sido constatada em todas as regiões geográficas do mundo e relatada como praga primária em grande número de hospedeiros anuais e perenes, folhagens e plantas lenhosas e é uma das mais importantes cochonilhas farinhentas do mundo [27, 28]. Na região Neotropical, é associada às espécies de café *Coffea arabica*, *Co. canephora* e *Co. liberica* [7, 25], embora seus danos a essa cultura não sejam conhecidos. Um complexo de nove espécies de pseudococcídeos tem sido relatado no café Arábica e nove em café Robusta no Brasil (Tabela 7).

Planococcus citri foi encontrada associada ao café Arábica brasileiro nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba e Pernambuco e em café Robusta no Espírito Santo e Rondônia. Entretanto, danos desse inseto não foram quantificados, apenas relatos de surtos esporádicos associados à queda de botões florais e frutos com prejuízos presumidos em café Arábica e Robusta [30, 34, 44, 45]. É praga principal de plantas ornamentais e frutas subtropicais, encontrada em viveiros de plantas, cultivos protegidos, predominante em flores de corte [47] e danifica raízes, troncos, folhas e frutos de citros [48, 49]. É praticamente a única cochonilha em vinhedos na Galícia, Espanha, um dos mais importantes pseudococcídeos em vinhedos da Itália e Brasil [50, 51] e um dos mais importantes vetores do vírus GLRaV-3 em videira [52] e BSV em banana [53].

Cochonilhas em plantas associadas ao café Robusta

Planococcus citri foi encontrada com maior frequência em raízes de *B. pilosa* e *C. máxima*, sendo a primeira uma das espécies mais frequentes em lavouras de café [54]. Entretanto, essa associação hospedeira foi encontrada em menos de 3% das lavouras amostradas. Isto pode ser devido à dificuldade de se encontrar plantas daninhas associadas ao café Robusta devido ao uso de herbicidas. *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) e esporadicamente *C. maxima* foram culturas de interesse econômico cultivadas em consórcio com o café Robusta, principalmente no primeiro ano de formação das lavouras. Essas plantas consorciadas e *B. pilosa* são hospedeiras de *P. citri* [8, 25], mas, apenas *C. maxima* mostrou-se infestada, tanto nas ramas próximas ao solo, quanto nas raízes. Essas plantas associadas ao café Robusta podem servir de repositório para populações de *P. citri*, como constatado para *P. minor* infestando algodão na região nordeste do Brasil [55]. Fêmeas de *P. citri* e outros pseudococcídeos são ápteras e se movem por caminhamento ou podem se dispersar passivamente pelo

vento, água, pássaros ou formigas. Esses movimentos são em espaços curtos e em zonas em que a população esteja agregada, mas, o vento pode dispersá-las em distâncias maiores [49, 56, 57]. Isso demonstra a importância dessas plantas como zonas de refúgio para *P. citri*, principalmente em lavouras com controle químico. Entretanto, nenhum método foi aplicado para controle dessa cochonilha nessas plantas, principalmente quando suas populações se multiplicaram nas raízes.

Tabela 7. Pseudococcidae (Hemiptera) relatados em diferentes partes da planta (Partes) de cafeeiros (Espécie) no Brasil (Estado)

Espécie	Espécie	Estado	Partes	Autor
<i>Coffea arabica</i> L.	<i>Dysmicoccus gracilis</i> Granara de Willink	ES	Raiz e roseta	[29, 30]
	<i>Dysmicoccus texensis</i> (Tinsley)	SP	Raiz	[30, 31, 32]
	<i>Planococcus citri</i> (Risso)	MG	Raiz	[33, 34]
		BA	Roseta	[30, 35]
		ES	Roseta	[35]
		MG	Parte aérea	[34]
		PB	Raiz	[36, 37]
		PE	Raiz	[37]
	<i>Planococcus halli</i> Ezzat & McConnell	ES	Raiz	[15]
	<i>Pseudococcus cryptus</i> Hempel	SP	Raiz	[38, 39, 40, 41]
<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targioni & Tozzetti)	MG	Roseta	[34]	
<i>Nipaecoccus coffeae</i> (Hempel)	SP	Folhas	[42]	
<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner	<i>Dysmicoccus grassii</i> (Leonardi)	ES	raiz	[43]
	<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Cockerell)	ES	flor	[16]
	<i>Dysmicoccus texensis</i> (Tinsley)	ES	fruto	[15]
	<i>Ferrisia virgata</i> (Cockerell)	ES	Roseta	[15]
	<i>Planococcus citri</i> (Risso)	ES	flor, raiz, tronco, roseta	[43, 44]
		RO	Parte aérea	[45, 46]
	<i>Planococcus halli</i> Ezzat & McConnell	ES	Raiz	[15]
	<i>Planococcus minor</i> (Maskell)	ES	Parte aérea	[9]
			Flor	[43]
	<i>Pseudococcus elisa</i> Borchsenius	ES	Roseta	[43]
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller	ES	Flor	[16]	

Expansão da área infestada por *P. citri* em café Robusta

A preferência de *P. citri* por infestar rosetas com flores e frutos, principalmente frutos em diversos estágios de desenvolvimento contrasta com sua baixa infestação nas raízes,

troncos, ramos e folhas do café Robusta. Entretanto, ela preferiu raízes de plantas daninhas e cultivadas em consórcio com café o que evidencia ser este um de seus locais de refúgio. Apresentou hábito gregário, com ovos, ninfas de diversos estágios e adultos presentes na mesma massa envolta em cera, comportamento também relatado para essa cochonilha em laranjas e grapefruit [57]. A maior parte do início das infestações ocorreu na primavera, em setembro-outubro, coincidente com a florada e início do pegamento dos grãos. Esse comportamento foi também constatado em cítricos, onde o cálice das flores abriga as primeiras gerações de *P. citri* [58, 59], sendo o melhor local para localizar esse inseto em café Robusta, principalmente em baixa infestação. As pétalas secas das flores do café Robusta ficaram aderidas aos frutos recém-formados e isso dificultou sua constatação. Nessa fase fenológica da cultura, ninfas móveis foram observadas visualmente e predominaram na população. Isso indicou, provavelmente, ser a primeira geração de *P. citri* se deslocando do abrigo para infestar a parte aérea de plantas hospedeiras. Frutos atacados em diversos estágios de desenvolvimento mostraram a preferência dessa cochonilha por locais protegidos para multiplicação, como pontos de contato entre frutos [18] ou sob a casca de ramos, ao invés de partes expostas como brotos e folhas [56].

A competição por alimento e espaço [57] permite a dispersão dessa cochonilha pela planta do cafeeiro e para outras rosetas em estágios mais desenvolvidos pode causar acentuada queda prematura de flores e frutos em diversos estágios de desenvolvimento, semelhante ao relatado para citros [57]. O ataque em infestações mais intensas aos frutos mais desenvolvidos de café Robusta torna-os mais leves, embora estes possam permanecer aderidos às plantas, dependendo da idade do fruto atacado. A presença dessa cochonilha foi constatada em todas as partes vegetais de plantas cítricas; as fêmeas migraram para o tronco e ramos principais para ovipositar e no verão as larvas jovens da primeira geração são ativas e colonizam os cálices de frutos pequenos e se desenvolvem sobre a superfície dos frutos em desenvolvimento [60]. A fenologia da cultura parece afetar a sobrevivência e multiplicação de cochonilhas [18]. Infestações antecipadas e coincidentes com a floração e início de desenvolvimento dos frutos de café Robusta causaram elevado abortamento e essa é fase crítica de *P. citri* nesse café.

A infestação de *P. citri* em níveis quase indetectáveis no início do outono mostraram comportamento semelhante ao relatado em cultivares tardias de citros [18]. A ausência de ninfas ou adultos nas diversas partes da copa do café Robusta de abril (início do outono) a setembro (início da primavera) se deveu, provavelmente, ao

deslocamento desses insetos para abrigos durante o período de inverno. Isto foi observado em plantas cítricas, onde *P. citri* passa o período de inverno como ovos nas raízes mais próximas à superfície do solo, tronco e ramos mais baixos [61]. Videiras no nordeste da Espanha mostraram pico populacional de ninfas de primeiro e segundo estágios no verão, sendo a população hibernar composta principalmente por fêmeas adultas e ninfas de segundo e terceiro estágios; estas se localizaram em partes lenhosas que permaneceram de um ano para outro, mas o principal refúgio foi a parte inferior do tronco [56]. As amostras coletadas em nosso estudo em raízes de cafeeiro Robusta, provavelmente ninfas de terceiro estágio e fêmeas adultas, podem estar relacionadas à forma de quiescência (hibernação) dessa cochonilha. O local de refúgio de *P. citri* em café Robusta não foi determinado, o que necessita ser melhor investigado. Chuvas, baixa temperatura e baixa atividade fisiológica das plantas podem ter importante papel na mortalidade de cochonilhas no inverno [62]. Entretanto, as baixas precipitações e as temperaturas médias superiores a 17°C nesse período (Fig 1) nas regiões de cultivo do Robusta brasileiro não são propícias a induzir mortalidade natural desse inseto.

Figura 1. Temperaturas mínimas e máximas (°C), precipitação (mm) (adaptado de SIM 2014) e período de colheita do café Robusta (cv. Conilon).

As primeiras movimentações das ninfas e sua presença no órgão reprodutivo (flores e frutos) do café Robusta no início da primavera podem estar relacionadas às fêmeas de *P. citri* originadas da hibernação. Elas colocam seus ovos no final da primavera ou no início do verão sob a casca do tronco e ramos velhos e a eclosão das ninfas dá origem ao primeiro pico de movimentação em videiras; baixas temperaturas de inverno induzem a sincronização de seu ciclo e podem dar origem a elevado número de oviposições em curto período de tempo [56]. As temperaturas de inverno nas regiões de cultivo de café Robusta não são inferiores a 17°C e talvez essa sincronização de ciclo possa ser induzida pelas baixas precipitações nos meses de maio a agosto (figura 1). A primeira movimentação ascendente de *P. citri* foi constatada de 15 a 30 dias após chuvas ou início da irrigação para indução da floração do café Robusta e realizadas em início ou meado de setembro. As ninfas dessa cochonilha se dirigiram diretamente para os órgãos reprodutivos (flores e frutos novos) do café Robusta. Este foi o local com maior facilidade para localizar *P. citri* em infestações iniciais. Entretanto, ninfas de

primeiro estágio de *P. citri* podem se movimentar para brotações novas e subsequentes gerações se desenvolverem nos frutos como relatado em frutos cítricos [61].

A concentração de lavouras de café Robusta com alta incidência de *P. citri* em regiões com altitudes inferiores a 200 m snm, temperaturas médias anuais entre 24-26°C (Fig 2) e precipitação anual de 1.000-1.200 mm (Fig 3), sobretudo na região Norte do Estado do Espírito Santo e diversas culturas como *Annona muricata*, *Citrus sinensis* L. cv. Valência, *Citrus* sp. (Thaiti), banana e café Arábica têm sido relatadas apresentando infestação por essa cochonilha em regiões de altitudes de 1.134-1.873 m snm [63]. O desenvolvimento desse inseto não é limitado em umidade relativa alta e vinhedos na região sudeste da Espanha onde ocorreram chuvas e subsequente incremento na umidade apresentaram explosões na população de *P. citri* [64]. O maior número de plantas utilizadas por área, associado à irrigação e adubações ricas em nitrogênio, induzem o rápido crescimento das plantas de café Robusta. Isso permite a formação de microclima quente e úmido no interior da copa das plantas, o que pode favorecer o desenvolvimento populacional dessa cochonilha. Ninfas de *P. citri* podem se desenvolver mais rapidamente em temperaturas entre 15-32°C, entretanto, ovos e o primeiro estágio ninfal desse inseto não se desenvolvem em temperaturas inferiores a 12 °C ou superiores a 37°C; valores máximos da taxa intrínseca de incremento populacional foram obtidas a 25°C [65]. Essa foi a temperatura ótima para desenvolvimento de *P. citri*, com estágio ninfal de 15,65 dias em *Solenostemon scutellarioides* (L.) Codd. [65], 24,3 dias em *C. sinensis* cv. Bahia [66] e 36,7 dias na cv. Pera [67]. Esse período variou com a cultivar de café arábica Acaia Cerrado (22,3 dias), Mundo Novo (23,6 dias), Catuaí Vermelho (28,0 dias) e de *C. canephora* cv. Apoatã (20,2 dias) [67, 68].

Figura 2. Regiões produtoras de café no Brasil e incidência de *Planococcus citri* (Risso) em café Robusta (cv. Conilon) em isotermas no Estado do Espírito Santo.

Figura 3. Regiões produtoras de café no Brasil e incidência de *Planococcus citri* (Risso) em café Robusta (cv. Conilon) em isoietas no Estado do Espírito Santo.

A temperatura base (T_b), limiar térmico inferior no qual insetos não se desenvolvem, para a fase ninfal de fêmeas de *P. citri* foi 8,3°C para citros [57, 69] e

10,6°C para café Arábica [70]. Isso mostra que a temperatura não limita o desenvolvimento populacional de *P. citri* nas regiões de cultivo de café Robusta no Brasil. Níveis de infestação desse inseto em videira na região da Almería (18,7°C), Espanha foi maior que na Galícia (14,2°C) devido ao clima na primeira região ser semiárido Mediterrâneo. Essa primeira região propiciou o dobro de acúmulo de Graus-dia e maior número de gerações anuais [56]. Entretanto, as regiões brasileiras de cultivo do café Robusta apresentam temperaturas mais próximas à ótima (25°C) para desenvolvimento de *P. citri*. O maior acúmulo de Graus-dia nessa região pode ser muito mais favorável à reprodução de *P. citri* e o número de gerações anuais ser mais semelhantes àsquelas relatadas na região nordeste do Brasil, onde ela provoca dano em videira [56, 71]. Outro fator ligado à capacidade adaptativa de *P. citri* é a baixa mortalidade ninfal constatada na cultura do café (0 a 7,4%) [68]. Esses parâmetros revelaram a alta habilidade reprodutiva e adaptativa dessa cochonilha e demonstraram que café robusta apresenta indícios de ser hospedeiro preferencial para *P. citri*.

Regiões com temperaturas mais favoráveis, associadas a fatores nutricionais adequados [72] podem propiciar maior número de gerações e explosões populacionais inesperadas. Esse fato foi constatado principalmente na região Norte do Estado Espírito Santo onde a cafeicultura de Robusta está consolidada e é conduzida para obtenção de altas produtividades. A região Sul desse Estado apresentou maior número de lavouras com baixas infestações, entretanto, altas infestações começam a se tornar frequentes e as lavouras necessitam ser devidamente monitoradas. Essa região é mais recente na exploração cafeeira e as lavouras não apresentam utilização do nível tecnológico empregado na região Norte. A cafeicultura de Robusta também se expandiu para áreas de altitudes superiores (>500m snm) e temperaturas médias inferiores ($T < 22$ °C) àsquelas previamente descritas para cultivo do café Robusta [3]. Entretanto, esse inseto também foi encontrado disseminado nessas áreas, algumas delas com altas infestações que podem indicar adaptação de *P. citri* a essas condições climáticas. *Planococcus citri* também é relatada como praga em regiões com temperaturas mais baixas, eg. vinhedos no Estado do Rio Grande do Sul [73]. Na região Sul do Estado da Bahia, vizinha ao Norte do Espírito Santo, a área cultivada com café Robusta também tem crescido e necessita ser monitorada para prevenir surtos inesperados dessa cochonilha.

Conclusão

Planococcus citri, praga da cafeicultura brasileira e dominante em café Robusta (cv. Conilon), está disseminada pela principal região brasileira produtora e pode causar altos danos à produtividade desse café. Frutos desse café se mostraram hospedeiro ideal para desenvolvimento de altas populações dessa cochonilha. Maiores níveis de dano foram associados principalmente em infestações antecipadas, quando ataca flores e frutos novos e esse foi o local a ser amostrado para constatar infestações iniciais. Sua ocorrência foi constatada durante todo o período de floração e desenvolvimento dos frutos (primavera-verão). Causou queda de flores e frutos novos, além do chochamento de frutos desenvolvidos até próximo ao período da maturação, quando ela se movimentou para se refugiar nas raízes. Raízes de *B. pilosa* e *C. maxima* foram refúgios preferenciais dessa cochonilha. Os mais altos índices de incidência de *P. citri* foram predominantes em regiões de altitudes inferiores a 200 m snm, na isoterma 24-26°C e precipitação entre 1.000-1.200 mm. Os níveis populacionais de inimigos naturais foram baixos. Monitoramento da população dessa cochonilha é necessário nas diversas regiões brasileiras produtoras de café Robusta para se constatar início de surtos populacionais e ser possível evitar dano. Além disso, estudos sobre locais de refúgio no inverno, movimentação na planta de café e métodos culturais para o manejo integrado devem ser estudados. Determinação de medidas para seu controle é necessária e o controle biológico e métodos químicos menos agressivos ao meio ambiente devem ser priorizados.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela concessão da bolsa de doutorado (Processo nº 59732326; Termo de Outorga nº: 016/2012), aos extensionistas do Incaper e aos técnicos da Coaabriel pelo auxílio nas coletas das amostras; a Admar Bautz, Incaper pelo auxílio na condução das coletas, Maria Cristina Granara de Willink, Ana L. B. G. Peronti e V.L. Wollf pela identificação das cochonilhas, G. Evans pela identificação do parasitoide, A. Rung e D.R. Muller pela realização do DNA/PCR e a João M. A. Chipolesch pelo auxílio na elaboração dos mapas climáticos.

Referências

01. Musoli P, Cubry P, Aluka P, Billot C, Dufour M, De Bellis F, Pot D, Bieysse D, Charrier A, Leroy T. Genetic differentiation of wild and cultivated populations: diversity of *Coffea canephora* Pierre in Uganda. *Genome* 2009; 52:634-46.
02. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola: novembro 2015. 2015. Disponível: [http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201511.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201511.pdf).
03. Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG, De Muner LH. *Café Conilon*. Vitória: Incaper; 2007b.
04. Ferrão RG, Ferrão MAG, Fonseca AFA, Pacova, B.E.V. Melhoramento genético de *Coffea canephora*, In: Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG, De Muner LH, editors. *Café Conilon*, Vitória: Incaper; 2007a. pp 123-173.
05. Fornazier MJ, Fanton CJ, Benassi VLMR, Martins DS Pragas do café Conilon, In: Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG, De Muner, editors. *Café Conilon*, Vitória: Incaper; 2007. pp 405-449.
06. Reis PR, Souza JC, Santa-Cecília LVC, Silva RA, Zacarias MS. Manejo integrado de pragas do cafeeiro. In: Reis PR, Cunha RL, editors. *Café arábica: do plantio à colheita*, v 1. Lavras Epamig; 2010. pp 573-688.
07. Williams DJ, Granara de Willink MC. *Mealybugs of Central and South America*. Wallingford: CAB; 1992.
08. Ben-Dov Y, Miller DR, Gibson GAP. ScaleNet, Scales in a country query results. 2015. Disponível: <http://www.sel.barc.usda.gov/scalecgi/region.exe?region=T&family=All&country=BRA&genus=&subunit=ES&intro=A&detail=Yes®name=Neotropical&ctryname=Brazil&action=Submit+Query&querytype=Subunit+Query/>.
09. Santa-Cecília LVC, Reis PR, Souza JC. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas farinhentas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. *Neotrop Entomol* 2002; 31:333-334.
10. Gravena S. Cochonilha Branca: descontrolada em 2001. *Laranja* 2003; 24:71-82
11. ESRI. *ArcGIS Desktop: Release 10*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. 2011.

12. SIM. Sistema de Informações Meteorológicas, Incaper. 2014. Disponível: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/#>.
13. Corseuil E, Barbosa VMB. A família Coccidae no Rio Grande do Sul (Homoptera: Coccoidea). Arquivos do Museu Nacional. 1971; 54:237-241.
14. Granara de Willink MC, Pirovani VD, Ferreira PSF. Las especies de *Coccus* que afectan *Coffea arabica* en Brasil (Coccoidea: Coccidae) y redescription de dos especies. Neotrop Entomol. 2010; 39:391-399.
15. Culik MP, Wolf VRS, Peronti ALBG, Ben-Dov Y, Ventura JA. Hemiptera, Coccoidea: Distribution extension and new records for the states of Espírito Santo, Ceará, and Pernambuco, Brazil. Check List. 2011; 7:567-570.
16. Culik MP, Martins DS, Ventura JA, Peronti ALBG, Gullan PJ, Kondo T. Coccidae, Pseudococcidae, Ortheziidae, and Monophlebidae (Hemiptera: Coccoidea) of Espírito Santo, Brazil. Biota Neotropica. 2007; 7:61-65.
17. Martins DS, Paulini AE, Galvão MM. Incidência de *Orthezia praelonga* Douglas 1891 em café Conilon no Estado do Espírito Santo. Vitória: Emcapa (Articulação Pesquisa–Extensão, 9); 1989.
18. Wakgari WM, Giliomee JH. The biology of three mealybug species (Hemiptera: Pseudococcidae) found on citrus in the Western Cape Province, South Africa. Afr Entomol. 2003; 11:173–182.
19. Yoo HJS, Kizner MC, Holway DA. Ecological effects of multi-species, ant–hemipteran mutualisms in citrus. Ecol Entomol. 2013; 38:505-514.
20. Rung A, Miller DR, Scheffer SJ. Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism method to distinguish three mealybug groups within the *Planococcus citri*-*P. minor* species complex (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). J Econ Entomol. 2009; 102:8-12.
21. Malausa T, Fenis A, Warot S, Germain JF, Ris N, Prado E, Botton M, Vanlerberghe-Masutti F, Sforza R, Cruaud C, Couloux A, Kreiter P. DNA markers to disentangle complexes of cryptic taxa in mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). J Appl Entomol. 2011; 135:142–155.
22. Kol-Maimon H, Ghanim M, Franco JC, Mendel Z. Evidence for gene flow between two sympatric mealybug species (Insecta; Coccoidea; Pseudococcidae).. PLoS ONE. 2014; 9(2): e88433. doi:10.1371/journal.pone.0088433.
23. Silva VCP, Bertin A, Blin A, Germain JF, Bernardi D, Rignol G, Botton G, Malausa T. Molecular and morphological identification of mealybug species (Hemiptera:

- Pseudococcidae) in Brazilian vineyards. PLoS ONE. 2014; 9(7): e103267. doi:10.1371/journal.pone.0103267.
24. Cox JM. The mealybug genus *Planococcus* (Homoptera:Pseudococcidae). B Brit Mus Nat Hist, Entomol. 1989; 58:1-78.
 25. Ben-Dov Y. A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae and Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. Andover, UK: Intercept Limited; 1994.
 26. Rung A, Scheffer SJ, Evans E, Miller D. Molecular identification of two closely related species of mealybugs of the genus *Planococcus* (Homoptera: Pseudococcidae). Ann Entomol Soc Am. 2008; 101:525-532.
 27. Ben-Dov Y. The scale insects (Hemiptera: Coccoidea) of Israel-checklist, host plants, zoogeographical considerations and annotations on species. Israel J Entomol. 2011-2012; 41-42:21-48.
 28. Bigger M. A geographical distribution list of insects and mites associated with coffee, derived from literature before 2011. Electronic version. 2012. Disponível: <http://bigger.coffeeinsects.com>.
 29. Granara de Willink MC (2009) *Dysmicoccus* de la Región Neotropical (Hemiptera: Pseudococcidae). Rev Soc Entomol Argent 68:11-95.
 30. Santa-Cecília LVC, Souza B, Souza JC, Prado E, Moino Jr, A, Fornazier MJ, Carvalho GA. Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle. Belo Horizonte: Epamig (Boletim Técnico, 79); 2007.
 31. Hempel A. Descrição de sete novas espécies de coccídeos. Revista do Museu Paulista. 1918; 10:193-208.
 32. Fonseca JP. Três novas espécies de coccídeos do Brasil sobre cafeeiro (Homoptera-Coccidae). Arq Inst Biol. 1957; 24:124-135.
 33. Nakano O. Estudo da cochonilha-da-raiz-do-cafeeiro, *Dysmicoccus cryptus* (Hempel, 1919) comb.n. (Homoptera: Pseudococcidae). Livre Docência Thesis, Universidade de São Paulo, 1972.
 34. Souza B, Santa-Cecília LVC, Prado E, Souza JC. Cochonilhas-farinhas (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais. Coffee Science. 2008; 3:104-107.

35. Paulini AE, Nakano O, Ferreira AJ, Matiello JB, D'Antônio AM. Cochonilha branca (*Planococcus* sp.) causa graves prejuízos em cafeeiros do Espírito Santo, In: Matiello, J.B., editor. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 5; 1977. pp 181.
36. Pickel B. Os parasitos do cafeeiro no Estado da Parayba: um novo parasito do cafeeiro, o piolho branco *Rhizoecus lendea* n. sp. Chácaras e Quintais. 1927; 36:586-593.
37. Costa Lima AM. Sobre o *Pseudococcus cryptus* Hempel, praga de cafeeiro e da laranjeira (Homoptera- Coccoidea). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 1930; 23:35-39.
38. Fonseca JP. Cochonilhas das raízes do cafeeiro. O Biológico. 1950; 16:95.
39. Abrahão J. Cafeeiro atacado por cochonilhas. O Biológico 1958; 24:211.
40. Parreira P. Coccideos da raiz do cafeeiro- novas perspectivas para o seu combate. Folha Agropecuária. 19 59;9: 487-488.
41. Fonseca JP. Para controlar o *Pseudococcus* do cafeeiro. O Biológico. 1951; 17:97.
42. Hempel A. Duas novas espécies de Coccidas. Revista do Museu Paulista. 1919; 11:451-457.
43. Culik MP, Martins DS, Gullan PJ. First records of two mealybug species in Brazil and new potential pests of papaya and coffee. J Insect Sci. 2006; 6:1-6.
44. Fornazier MJ, Perini JL, De Muner LH Machado VL, Mazzo G, Santa-Cecília LVC, Souza JC, Daun SC. Cochonilha-branca-da-roseta em café conillon (*Coffea arabica*) no Espírito Santo, In: Matiello, JB, editor. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 26; 2000. pp 176-177.
45. Teixeira CAD, Costa JNM. Ocorrência e nível populacional de cochonilhas (Hemiptera) no *Coffea canephora* Pierre ex Froehner em Rondônia, In: Embrapa Café, editor. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil; 2005. pp 1-4.
46. Costa, JNM, Teixeira CAD, Sallet LAP, Gama FC. Cochonilhas ocorrentes em cafezais de Rondônia. Rondônia: Embrapa (Circular Técnica, 110); 2009.
47. Seabra SG, Brás PG, Zina V, Borges da Silva E, Rebelo MT, Figueiredo E, Mendel Z, Paulo OS, Franco JC. Molecular evidence of polyandry in the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae). PLoS ONE. 2013; 8(7): e68241. doi:10.1371/journal.pone.0068241.
48. Hogendorp BK, Cloyd RA, Swiader JM. Effect of silicon-based fertilizer applications on the reproduction and development of the citrus mealybug

- (Hemiptera: Pseudococcidae) feeding on green coleus. *J Econ Entomol.* 2009; 102:2198-2208.
49. Franco JC, Zada A, Mendel Z. Novel approaches for the management of mealybug pests, In Ishaaya I, Horowitz, AR, editors. *Biorational control of Arthropod Pests: application and resistance management.* Netherlands Springer; 2009. pp 233-278.
 50. Cabaleiro C, Segura A. Field transmission of grapevine leafroll associated virus 3 (GLRaV-3) by the mealybug *Planococcus citri*. *Plant Disease.* 1997; 81:283-287.
 51. Morandi WJ, Gruetzmacher AD, Botton M, Bertin A. Biology and fertility life table of *Planococcus citri* in different vegetative structures of grape cultivars. *Pesqui Agropecu Bras.* 2008; 43:941-947.
 52. Cid M, Pereira S, Cabaleiro C, Faoro F, Segura A. Presence of grapevine leafroll-associated virus 3 in primary salivary glands of the mealybug vector *Planococcus citri* suggests a circulative transmission mechanism. *Eur J Plant Pathol.* 2007; 118:23-30.
 53. Kubiriba J, Tushemereirwe WK, Kenyon L, Chancellor TCB. Field spread of banana streak virus (BSV). *Academic Journals.* 2013; 8:1881-1890.
 54. Rocha, MAM. Manejo de plantas daninhas. In: Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG, De Muner LH, editors. *Café Conilon, Vitória: Incaper; 2007.* pp 393-403.
 55. Bastos CS, Almeida RPA, Vidal Neto FC, Araújo GP. Ocorrência de *Planococcus minor* Maskell (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiro no Nordeste do Brasil. *Neotrop Entomol.* 2007; 36:625-628.
 56. Cid M, Pereira S, Cabaleiro C, Segura A. Citrus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) movement and population dynamics in an arbor-trained vineyard. *J Econ Entomol.* 2010; 103:619-630.
 57. Martínez-Ferrer MT, Ripollés JL, Garciamarí F. Enumerative and binomial sampling plans for citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae) in citrus groves. *J Econ Entomol.* 2006; 99:993-1001.
 58. Berlinger MJ, Gol'berg AM. The effect of the fruit sepals on the citrus mealybug population and on its parasite. *Entomol Exp Appl.* 1978; 24:38-43.
 59. Meyerdirk DE, Chandler LD, Summy KR, Hart WG. Spatial distribution of citrus mealybug on grapefruit trees. *J Econ Entomol.* 1981; 74:662-664.
 60. Silva EB, Mexía A. The damage caused by *Planococcus citri* (Risso) on citrus groves. *Crop Prot.* 1997; 7:26-31.

61. Kerns D, Wright G, Loghry J. Citrus mealybug (*Planococcus citri*). Disponível: <http://cals.arizona.edu/crop/citrus/insects/citrusmealy.pdf>.
62. Koplow-Wies CE. Monitoreo y control físico de chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni* (Signoret)) em vid. Antecedentes para el manejo integrado. MSc Thesis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 2004.
63. Kondo T, Portilla AAR, Navarro EVV. Updated list of mealybugs and putoids from Colombia (Hemiptera: Pseudococcidae and Putoidea). Bol Mus Entomol Univ Valle. 2008; 9:29-53.
64. Lucas-Espadas A. Comportamiento de melazo (*Pseudococcus citri* Risso) en uva de mesa en la Región de Murcia. Alternativas de control biológico. Phytoma-España. 2002; 138:28-36.
65. Goldasteh S, Talebi AA, Fathipour Y, Ostovan H, Zamani A, Shoushtari RV. Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on coleus [*Solenostemon scutellarioides* (L.) codd.]. Arch Biol Sci. 2009; 61:329-336.
66. Correa LRB, Bonani JP, Santa-Cecília LVC, Souza B. Aspectos biológicos da cochonilha-branca [*Planococcus citri* (Risso, 1813)] em citros. Laranja. 2005; 26:265-271.
67. Correa LRB, Souza B, Santa-Cecília LVC, Prado E. Estudos biológicos de cochonilhas do gênero *Planococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) em diferentes hospedeiros. Arq Inst Biol. 2011; 78:233-240.
68. Santa-Cecília LVC, Correa LRB, Souza B, Prado E, Alcantra E. Desenvolvimento de *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros. Acta Scient, Agron. 2009; 31:13-15.
69. Martinez-Ferrer MT, Garcia-Mari F, Ripolles-Moles JL. Population dynamics of *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae) in citrus groves in Spain. IOBC/ Working Group Integrated Control in Citrus Fruit Crops. IOBC Bulletin. 2003; 26:149-161.
70. Correa LRB, Santa-Cecília LVC, Souza B, Cividanes FJ. Efeito de diferentes temperaturas e exigências térmicas da cochonilha-branca *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiro. Arq Inst Biol. 2008;75:53-58.
71. Daane KM, Almeida RPP, Bell VA, Walker JTS, Botton M, Fallahzadeh M, Mani M, Miano JL, Sforza R, Walton VM, Zaviezo T. Biology and management of

- mealybugs in vineyards, In: Bostanian NJ, Vincent C, Isaacs R, editors. Arthropod management in vineyards: pests, approaches, and future directions. Dordrecht Heidelberg New York London: Springer; 2012. pp 271-307.
72. Panizzi AR, Parra JRP. A bioecologia e a nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas, In: Panizzi AR, Parra JRP, editors. Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa; 2009. pp 1107-1140.
73. Morandi Filho .J, Grützmacher AD, Botton M, Bertin A. Controle químico da cochonilha-farinhenta *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em diferentes idades da videira. Arq Inst Biol. 2009; 76:427-435.

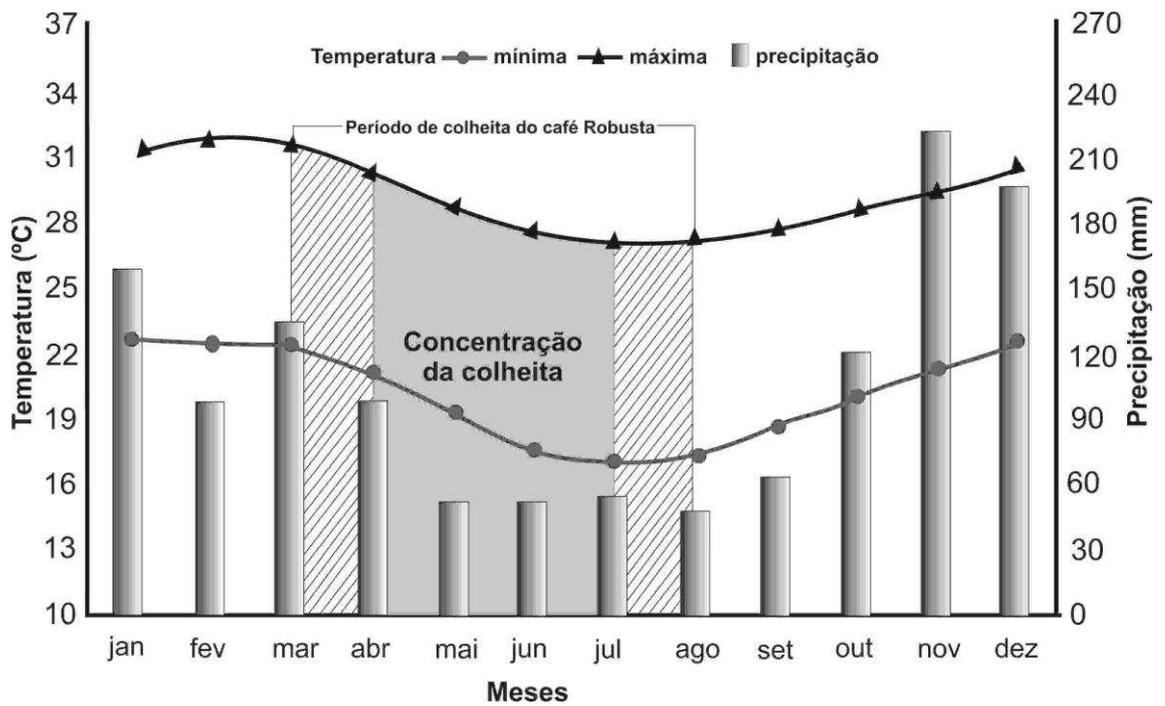


Figura 1. Temperaturas mínimas e máximas (°C), precipitação (mm) (adaptado de SIM 2014) e período de colheita do café Robusta (cv. Conilon).

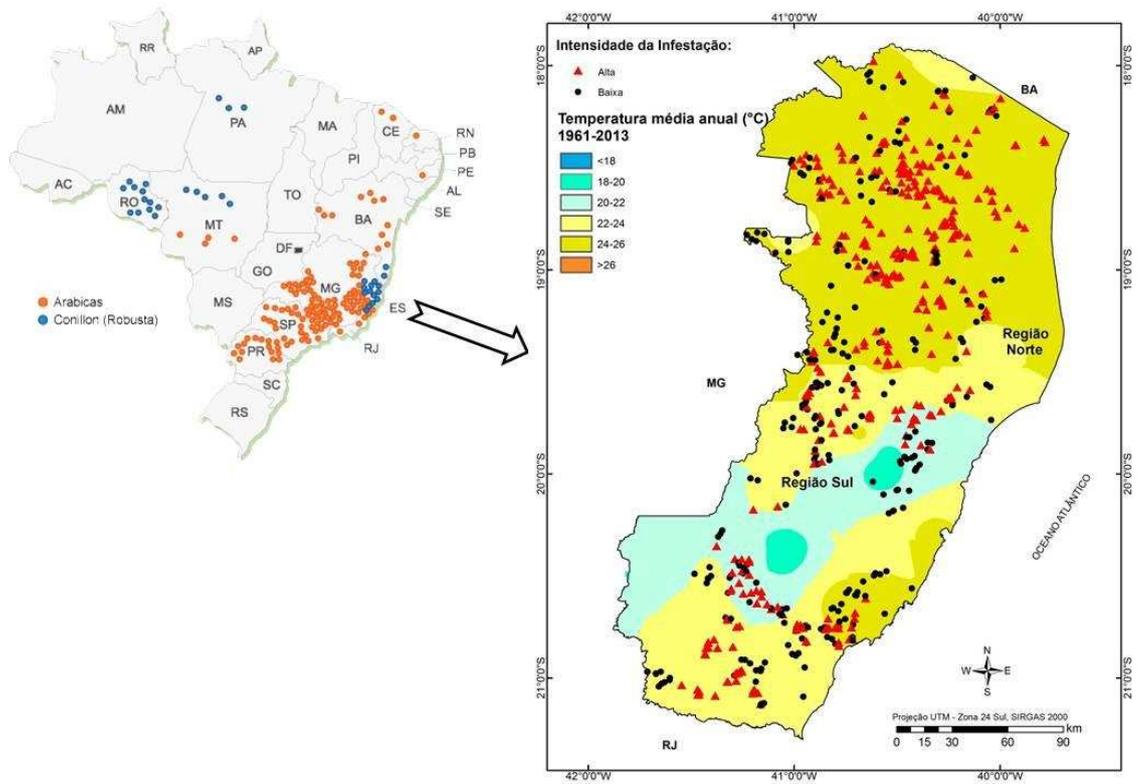


Figura 2. Regiões produtoras de café no Brasil e incidência de *Planococcus citri* (Risso) em café Robusta (cv. Conilon) em isothermas no Estado do Espírito Santo.

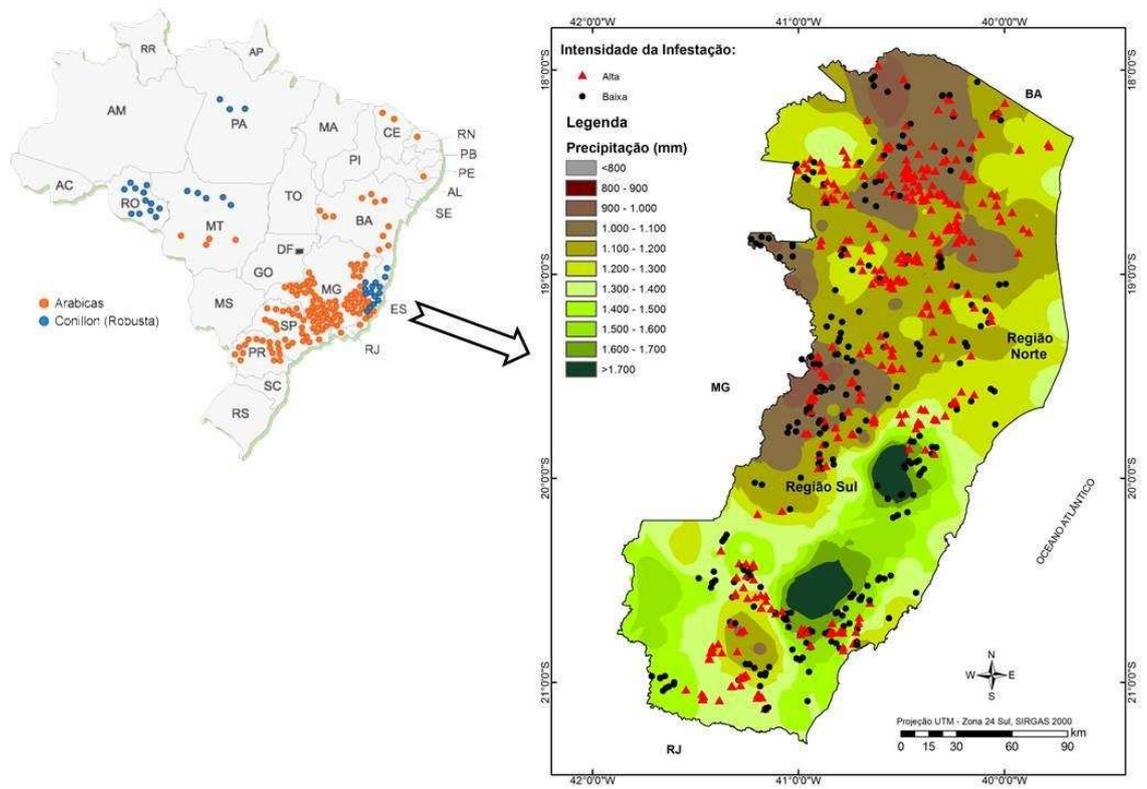


Figura 3. Regiões produtoras de café no Brasil e incidência de *Planococcus citri* (Risso) em café Robusta (cv. Conilon) em isoietas no Estado do Espírito Santo.

Dano por *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) em Café Robusta

MAURICIO J. FORNAZIER,^{1,2} DAVID S. MARTINS,¹ PAULO S. FIUZA FERREIRA³, AND JOSÉ COLA ZANUNCIO³

¹ Departamento de Entomologia, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Caixa Postal 47, CEP 29375-000, Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brazil.

² Autor correspondente, email: mauriciofornazier@gmail.com

³ Departamento de Entomologia/BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brazil.

RESUMO O café possui forte aspecto social, distribui renda e possibilita qualidade de vida no meio rural ao redor do mundo. Café Robusta representa cerca de 45% da produção mundial e 30% da produção brasileira e insetos, incluindo *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) têm reduzido sua produtividade. Essa cochonilha é polífaga, causa dano a diversas culturas e em café Robusta tem mostrado rápido crescimento populacional. O dano de *P. citri* à produtividade de café Robusta em condições de campo foi avaliado em seis experimentos com dois tratamentos (com e sem controle) e 20 repetições. Frutos de café Robusta são excelente hospedeiro para desenvolvimento de *P. citri* e 60% de rosetas foram naturalmente infestadas. *Planococcus citri* reduziu 25,2% a 46,4% a produtividade do café Robusta. Duas pulverizações no tempo correto foram eficientes para reduzir as populações e dispersão dessa cochonilha na copa do cafeeiro com acréscimo médio de 1.360,82 kg. ha⁻¹.ano⁻¹ na produtividade do café. Rosetas infestadas se correlacionaram positivamente com cochonilhas vivas e a produtividade negativamente com rosetas infestadas e com cochonilhas vivas. O modelo quadrático representou melhor a dispersão de *P. citri* na planta de café Robusta, através das rosetas infestadas. As movimentações de *P. citri* das raízes para rosetas devem ser monitoradas desde início de setembro. A adaptação dessa cochonilha associada às condições climáticas favoráveis das regiões de cultivo e o intensivo uso de fertilizantes nitrogenados são fatores predisponentes a surtos e significativos danos ao café Robusta brasileiro.

PALAVRAS CHAVE citrus mealybug, clima, *Coffea canephora*, Conilon, dispersão, nitrogênio

Fornazier et al.: Damage *P. citri*, Robusta coffee

Journal of Economic Entomology
Ecology and behavior

M. J. Fornazier

INCAPER

Department of Entomology

P.O. Box 47

Venda Nova do Imigrante, Espírito
Santo State, Brazil

Phone: + 55 2732481035

Fax: + 55 2732481311

E-mail:

mauriciofornazier@gmail.com

Damage by *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Robusta Coffee

M. J. Fornazier, D. S. Martins, P. S. F. Ferreira and J. C. Zanuncio

INCAPER-CRDR, CS, Department of Entomology, P.O. Box 47, 29375-000 Venda
Nova do Imigrante, ES, Brasil

Damage by *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Robusta Coffee

ABSTRACT Coffee has a strong social aspect, distributes income and enable quality of life in rural areas worldwide. Robusta coffee has around 45% of world production and 30% of Brazilian production, and insects including *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) have reduced the yield. This mealybug is a polyphagous pest that causes damage to several crops and Robusta coffee has shown rapid increasing of its population. Aiming to determine the damage of *P. citri* to Robusta coffee yield under field conditions, six experiments were conducted with two treatments (with and without control) and 20 replicates. Robusta coffee fruits were the most appropriated host observed for development of *P. citri*, and 60% rosettes were naturally infested. *Planococcus citri* reduced the yield from 25.2% to 46.4%. Two sprays at the right time were efficient to reduce citrus mealybug populations and its distribution in the coffee canopy with an average increase of 1,360.82 kg.ha⁻¹.year⁻¹. Infested rosettes were positively correlated with living *P. citri*, and yield negatively with infested rosettes and living mealybugs. The quadratic model was the best to represent the dispersion of *P. citri* in the coffee canopy throughout infested rosettes. Early monitoring of the citrus mealybug since September should be made to detect its movement from roots to rosettes. The adaptation of this mealybug associated with favorable climatic conditions of the regions where this coffee is cultivated, and the intensive use of nitrogen fertilizers may be predisposal factors to outbreaks and significant amount of damage to Brazilian Robusta coffee.

KEY WORDS citrus mealybug, climatic, *Coffea canephora*, Conilon, dispersion, nitrogen

Café, produzido em países em desenvolvimento, é uma cultura com aspecto social que distribui renda, previne a saída dos agricultores da atividade rural e possibilita sua sobrevivência com qualidade de vida (Schmidt et al. 2004). *Coffea arabica* L. (café Arábica) sempre foi a espécie de café mais cultivada comercialmente no mundo devido à melhor qualidade de sua bebida em relação a *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café Robusta). Entretanto, a participação do café Robusta no mercado internacional cresceu devido à elevação no consumo mundial de café, menor custo de produção e desenvolvimento de processos industriais específicos para esse café (Fonseca et al. 2007, Icafebr 2015). A produção mundial de café cresceu 125%, a do café Robusta cresceu 418% e a de Arábica somente 56% desde a década de 1960 (USDA 2015). A produção de café Robusta é cerca de 45% da produção mundial (~3,9 milhões ton) e estima-se que seja de 55% em 2030 (Icafebr 2015). Isso mostra a importância do café Robusta na produção mundial e, principalmente, no Brasil onde esse café representa 25-30% da produção e em crescente expansão (IBGE 2015). Essa espécie de café é usada, principalmente, na indústria da torrefação e de café solúvel devido a métodos de processamento capazes de melhorar a qualidade da bebida, permitindo seu maior uso em blends com café Arábica (Fonseca et al. 2007).

O café Robusta é relatado como mais resistente às interferências de clima e doenças, possui maior produtividade e ainda gera custo de produção inferior ao café Arábica (Icafebr 2015). Entretanto, as mudanças climáticas são preocupações crescentes quanto ao futuro para a produção mundial de café e o calor e seca atípicos tem comprometido a produtividade brasileira, principalmente nas últimas duas safras (IBGE 2015). Melhoria da produtividade com adoção de variedades mais produtivas e resistentes às adversidades climáticas e fatores bióticos são possibilidades para aumento da oferta e competitividade do café. A cultivar de café Robusta mais plantada no Brasil (Conilon) tem programa específico para melhoria de suas características para produtividade e resistência a esses fatores, além da melhoria do tamanho dos grãos e da qualidade da bebida (Ferrão et al. 2007 a). Pragas como a broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), o bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e a ferrugem *Hemileia vastatrix* (Fornazier et al. 2007; Capucho et al. 2011, 2013) podem reduzir a produtividade do café. Broca-do-café e bicho mineiro têm sido melhor estudados e seus níveis de dano são dependentes da infestação, produtividade e preços do café (Fornazier et al. 2007; Reis et al. 2010). Cochonilhas farinhentas dos gêneros

Dysmicoccus, *Planococcus* e *Pseudococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) têm sido observadas, principalmente, em raízes e frutos de lavouras de café brasileiro, (Santa-Cecília et al. 2002). Cochonilhas podem ocorrer em viveiros de mudas e serem disseminadas para novas plantações (Fernandes et al. 2009), retardando o crescimento da planta, causando seca e queda dos botões florais e frutos e reduzindo a produtividade (Santa-Cecília et al. 2007).

Planococcus citri (Risso) foi constatada desde a safra 1999/2000 causando queda de flores e frutos recém-formados de café Robusta no Brasil (Fornazier et al. 2000, Rung et al. 2009) e tem sido problema para essa cafeicultura. Essa cochonilha pode se estabelecer em diversas plantas, principalmente frutíferas como cítricos, goiabeira, mangueira e videira (Willians e Granara de Willink 1992, Ben-Dov et al. 2015). Surtos dessas cochonilhas são relatados desde 1920 no Brasil, preferencialmente associada à região do pedúnculo de frutos (Gravena 2003, Fornazier et al. 2007). Ocorrências de cochonilhas, particularmente, de *P. citri* foram observadas, entretanto não são encontrados relatos de estimativas reais de seus danos econômicos ao café Robusta (cv. Conilon).

O objetivo desse trabalho foi determinar o dano de *P. citri* à produtividade de lavouras comerciais e irrigadas de café Robusta e conduzidas para obtenção de alta produtividade.

Material e métodos

Danos da infestação natural de *P. citri* à produtividade do cafeeiro Robusta foram avaliados em seis experimentos conduzidos de 2004 a 2007 em lavouras comerciais irrigadas com três anos, no primeiro ano da experimentação. O espaçamento utilizado foi de 3 x 2 m, irrigação por gotejamento e tratos culturais recomendados (Ferrão et al. 2007b). As doses de nitrogênio (300-400 kg N.ha⁻¹.ano⁻¹), fósforo (98-115 kg P₂O₅.ha⁻¹.ano⁻¹) e potássio (229-315 kg K₂O.ha⁻¹.ano⁻¹) foram utilizadas com base na produtividade esperada e de acordo com a idade da lavoura (Prezotti 2014). Ciproconazole (500 g i.a.ha⁻¹) foi aplicado via solo em início de outubro para controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em todos os experimentos para evitar interferência dessa doença na produtividade (Capucho et al 2011, 2013). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com dois tratamentos (com controle e sem controle de *P. citri*) e 20 repetições, em dois locais (São Gabriel da Palha e Colatina) na região Norte do Estado do Espírito Santo, Brasil e durante três anos (safras

2004/05, 2005/06 e 2006/07). O tratamento com controle teve duas pulverizações com chlorpyrifos (960 g i.a.ha⁻¹) + óleo mineral (0,05%) com pulverizador costal motorizado, no início de outubro e repetida após 45 dias. A primeira pulverização foi realizada imediatamente após a primeira amostragem. O volume de calda variou de 200 L.ha⁻¹ no primeiro ano a 500 L.ha⁻¹ no terceiro ano de condução dos experimentos devido ao aumento do enfolhamento das lavouras. Cada parcela foi composta por nove plantas da cultivar Conilon (clone 02) plantado em linha para reduzir o erro experimental. Cada amostra foi composta por dois ramos coletados aleatoriamente em cada repetição e 20 rosetas foram avaliadas. As cochonilhas vivas foram contadas em cinco rosetas usando microscópio estereoscópico com aumento de 20 vezes. A percentagem de cochonilhas vivas foi calculada por repetição e tratamento. A colheita foi realizada em julho na planta central de cada parcela. O dano (%D) de *P. citri* à produção de café Conilon foi obtido com a fórmula: %D = {[Prod Trate.c. - Prod Trats.c.) / Prod Trate.c.] x 100}, a percentagem de incremento da produção ($\Delta\%$) foi obtida usando a fórmula: $\Delta\% = \{[(\text{Prod Trate.c.} - \text{Prod Trats.c.}) / \text{Prod Trats.c.}] \times 100\}$ e as reduções na população de *P. citri* (%E₁, %E₂) foram calculadas usando a fórmula de Abbott (1925). As percentagens de cochonilhas vivas e de rosetas atacadas foram transformadas para as análises estatísticas utilizando a função $y = \arcseno\left(\sqrt{\frac{x}{100}}\right)$.

Análises das variâncias (ANOVA) conjuntas das variáveis dos experimentos em três safras foram realizadas aplicando-se o teste F (p<0,05). As médias foram comparadas pelo teste Tukey (p<0,05) e a análise de correlação testada com o teste t. Os modelos de regressão foram testados pelo teste F. O programa SAEG (Ribeiro Jr e Melo 2009) foi utilizado para as análises estatísticas.

Resultados

A produtividade do café Robusta foi reduzida de 25,2% a 46,4% devido à infestação de *P. citri* e isso propiciou acréscimo médio de 1.360,82 kg. ha⁻¹. ano⁻¹ na produtividade do café Robusta durante os três anos de condução dos experimentos. O maior dano na produtividade do café Robusta (46,4%) foi verificado na primeira safra em lavoura com três anos, no tratamento onde a infestação natural de *P. citri* não foi controlada. As maiores produtividades de grãos de café foram obtidas com controle das

populações naturais de *P. citri* e atingiram 4.695,94 kg.ha⁻¹ (Colatina) e 5.246,05 kg.ha⁻¹ (São Gabriel da Palha) nas lavouras com cinco anos, na terceira safra (Tabela 1).

As pulverizações foram eficientes e controlaram a incidência de cochonilhas vivas (99,95%) e a percentagem de rosetas atacadas (88,86%). A percentagem de rosetas atacadas e de cochonilhas vivas diferiu entre tratamentos, sendo 59,00% e 94,64% naquele sem controle e 6,60% e 0,05% no pulverizado, respectivamente em São Gabriel da Palha e Colatina (Tabela 1). O índice de rosetas naturalmente infestadas por *P. citri* ao final dos experimentos foi de 62,82% e 58,32%, respectivamente em São Gabriel da Palha e Colatina. Interações significativas pelo teste F ($p < 0,05$) entre tratamentos, locais e ano foram observadas entre percentagem de rosetas atacadas, percentagem de cochonilhas vivas e produtividade (Tabela 2). Correlações positivas foram encontradas entre rosetas infestadas e percentagem de cochonilhas vivas ($p < 0,01$; $r = 0,9177$). A produtividade se correlacionou negativamente com a percentagem de rosetas infestadas ($p < 0,01$, $r = -0,4981$) e com a de cochonilhas vivas ($p < 0,01$; $r = -0,6043$).

Os índices de determinação das regressões foram significativos ($p < 0,05$) para percentagem de rosetas infestadas em São Gabriel da Palha ($R^2 = 0,999$; 1; 0,9336) (Figura 1) e Colatina ($R^2 = 0,9978$; 0,9995; 0,948) (Figura 2), respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ano. O modelo quadrático mostrou melhor ajuste para explicar o aumento da percentagem de rosetas infestadas nos dois locais de experimentação, exceto na terceira safra, em plantas mais desenvolvidas, onde essa explicação foi obtida pelo modelo linear (Figuras 1 e 2). As infestações naturais iniciais de rosetas atacadas variaram nas primeira (2,80% a 6,78%), segunda (5,63% a 6,82%) e terceira (11,23% a 13,95%) safras (Figuras 1 e 2), respectivamente para São Gabriel da Palha e Colatina. Após 135 dias da primeira pulverização constatou-se infestações médias de rosetas de 6,16% a 60,57%, respectivamente para os tratamentos com e sem controle (tabela 1). Níveis irrelevantes de cochonilhas vivas foram encontrados em todos os experimentos após 165 dias do início das amostragens. A percentagem de cochonilhas vivas no tratamento sem controle e o período de desenvolvimento dos grãos de café não apresentaram correlação (F, $p < 0,05$).

Discussão

Planococcus citri pode ser problema para a cafeicultura de Robusta caso não seja eficientemente controlada. O ataque dessa cochonilha reduziu a produtividade de

café em até 46,4%, entretanto o dano médio obtido foi de 34%. Infestações naturais superiores a 60% de rosetas infestadas com taxas de sobrevivências superiores a 95% foram constatadas no tratamento sem controle em todos os experimentos. Pseudococcidae são considerados pragas (Bartlett e Lloyd 1958, Franco et al. 2009, Mansour et al. 2010b) e *P. citri* é espécie polífaga, cosmopolita, causa dano direto e pode transmitir viroses (Ouvrard et al. 2013). Danos dessa cochonilha em frutos cítricos podem chegar a 100% da produção, com queda prematura e redução do tamanho dos frutos, desfolha e desenvolvimento de fumagina (Silva e Mexía 1997, Kerns et al. 2002, Hattingh e Moore 2003, Rao et al. 2006). *Planococcus* spp. podem degenerar plantas, causar perda de vigor, desfolha antecipada, redução da qualidade organoléptica na produção de vinhos e do valor de mercado de uvas de mesa, além de transmitir o vírus GLRaV-3 em uva e CSSV em cacao (Kuniyuki et al. 2005, Godfrey et al. 2006, Bordeu et al. 2012, Daane et al. 2012, Wetten et al. 2015). Entretanto, somente danos diretos de *P. citri* aos órgãos reprodutivos e associados à queda de flores, frutos e redução de peso de frutos foram constatados em café Robusta.

A produtividade em lavouras de café Robusta atacadas foi dependente da sobrevivência natural, capacidade de multiplicação e dispersão de *P. citri*. Uso de inseticidas em pulverização foliar para controle de outras pragas como bicho-mineiro e broca-do-café (Fornazier et al. 2007, Reis et al. 2010) em anos anteriores pode estar causando desequilíbrio no controle biológico natural dessa cochonilha. Isso tem sido relatado em pomares de laranja no Brasil, onde o controle químico de pragas como *Praelongorthezia praelonga* (Douglas, 1891) (Hemiptera: Ortheziidae) predispôs as plantas à colonização por outras espécies de cochonilhas incluindo *P. citri*. Sistemáticas aplicações para prevenção de doenças também são relatadas como agravante desse desequilíbrio devido à redução da incidência de entomopatógenos (Franco et al. 2009, Benvenega et al. 2011). Essa situação também tem sido observada nos cultivos de café Robusta onde a ferrugem (*H. vastatrix*) necessita de sistemático controle químico (Capucho et al. 2011, 2013).

O crescimento contínuo de rosetas de café Robusta, naturalmente infestadas de outubro a fevereiro (primavera-outono) no tratamento sem controle, associado ao alto índice de cochonilhas vivas pode ter agravado a quantidade de dano. Larvas jovens da primeira geração de *P. citri* são ativas e após a frutificação no verão colonizam cálices de frutos pequenos e se desenvolvem sobre fruto em desenvolvimento (Silva e Mexía 1997). Em condições de campo foi observado que o ataque antecipado de *P. citri* às

rosetas do café Robusta na fase de floração e pegamento dos frutos causou queda acentuada dos botões florais, chochamento e queda de frutos novos, conforme parcialmente descrito por Santa-Cecília et al. (2007). As intensidades das infestações antecipadas podem estar relacionadas às formas quiescentes (hibernação) de *P. citri* alojadas nas raízes do cafeeiro na safra anterior (Fornazier et al. 2007) desde o final do verão/início do outono. *Planococcus citri* e outras cochonilhas associadas à videira (Morandi et al. 2015) podem colonizar todos os seus órgãos vegetativos, vivendo sob a casca de troncos, em frutos, na face abaxial de folhas e em raízes, dependendo da textura do solo (Godfrey et al. 2005, Becerra et al. 2006). A dispersão desse inseto nessa cultura ocorreu preferencialmente durante o primeiro instar, quando ela se move subindo pelo tronco e ramos e raramente foram encontradas em partes verdes (Cid et al. 2010). Aparentemente, *P. citri* prefere a parte aérea do cafeeiro com ninfas e fêmeas adultas (Santa-Cecília et al. 2007, Souza et al. 2008) constatadas em locais protegidos. Entretanto, novas rosetas de café Robusta podem ser infestadas com as dispersões secundárias devido à competição por alimento e espaço ocasionadas pela multiplicação de *P. citri* (Martínez-Ferrer et al. 2003, 2006). Esse fato foi constatado em todos os nossos experimentos onde continuou ocorrendo queda de frutos mais novos e chochamento daqueles mais desenvolvidos na fase de enchimento dos grãos. Essa situação pode estar sendo favorecida devido às condições climáticas de temperatura na região e umidade (Goldasteh et al. 2009) interna nas lavouras de café Robusta serem favoráveis para desenvolvimento da população de *P. citri*. A importância de *P. citri* tem crescido pela elevação de seu nível populacional nas lavouras de café Robusta (Santa-Cecília et al. 2009), embora seja relatada associada à cafeicultura brasileira há alguns anos (Paulini et al. 1977, Fornazier et al. 2000, Santa-Cecília et al. 2002).

Em todos os experimentos constatou-se que 100% dos espécimens de *P. citri* estavam vivos nas avaliações de monitoramento da população antes das primeiras pulverizações. As infestações de rosetas nessas avaliações foram relativamente baixas nos dois primeiros anos (<7%) em ambos os locais de experimentação. No terceiro ano essa infestação foi maior ($\approx 14\%$), provavelmente devido à movimentação da cochonilha ter ocorrido anteriormente ao constatado nos anos anteriores. Chuvas no inverno podem ter induzido essa movimentação antecipada. Chuvas e subsequente incremento na umidade foram associados a explosões na população de *P. citri* em vinhedos no sudeste da Espanha (Lucas-Espadas 2002). Isso pode ter possibilitado maior multiplicação e dispersão de *P. citri* na planta de café Robusta antes da primeira intervenção química.

A média de rosetas infestadas (<6%) e de *P. citri* vivas (1%) na quarta avaliação e as diferenças de produtividade (1.361 kg/ha) entre os tratamentos nos três anos mostraram a eficácia do controle aplicado. O tempo correto para a aplicação foliar foi observado, ou seja, nas primeiras movimentações da cochonilha do refúgio para a parte aérea das plantas. Nessa época as cochonilhas ainda se encontravam em movimentação e início de estabelecimento nas rosetas, sem a intensa formação da camada cerosa protetora. Controle efetivo é conseguido quando a maior parte da população de cochonilhas farinhentas está no estágio ninfal e ela ainda não se encontra protegida e infestações sistemáticas de determinadas áreas devem ser tratadas de maneira profilática com inseticidas apropriados ou com inimigos naturais aplicados de forma inundativa (Franco et al. 2009). O monitoramento da população de *P. citri* deve ser feito no momento de sua movimentação das raízes para a parte aérea do café Robusta para evitar pulverizações preventivas e desnecessárias. A aplicação deve ser realizada somente em áreas onde a infestação está iniciando e em clones que possam apresentar infestação diferenciada para evitar impacto generalizado sobre a fauna de insetos benéficos. Isso poderá aumentar a eficiência de controle, minimizar a resistência dessa cochonilha e prolongar a vida útil dos inseticidas. Essas intervenções químicas evitaram a dispersão das cochonilhas e colonização de novas rosetas e foi possível constatar os danos médios que *P. citri* provocaram em café Robusta (34%) em condições de campo. A produtividade do tratamento com controle pôde mostrar o potencial produtivo do clone 02 de café Robusta atingindo 5.246 kg.ha⁻¹ e possibilitando resposta ao alto nível tecnológico empregado (Ferrão et al. 2007a, Prezotti 2014). Tratamento químico com inseticidas organofosforados na primavera-verão é uma das ferramentas mais usadas para controle de *P. ficus* em vinhedos, apesar da limitada eficiência (Youssfi 2007, Franco et al. 2009). Entretanto, duas pulverizações foliares com chlorpyrifos+óleo mineral foram suficientes para redução populacional de *P. citri* em café Robusta, com incremento na produtividade.

A estimativa de estabilização do crescimento da percentagem acumulada de rosetas atacadas nas duas primeiras safras foi obtida entre 120 e 150 dias (figuras 1 e 2). Isso confirma as observações de campo quanto à dispersão e irrelevante presença de *P. citri* nas rosetas aos 165 dias. Essa cochonilha deixou as rosetas e se movimentou para se refugiar nas raízes do cafeeiro Robusta na época de final de enchimento e início de maturação dos grãos, conforme relatado em plantas cítricas (Ben-Dov 1994). A infestação natural de cochonilhas no tratamento sem controle não se correlacionou com

o desenvolvimento dos grãos. Isso mostrou que existem condições favoráveis para o desenvolvimento de *P. citri* em café Robusta desde a floração até o início da maturação e a habilidade de adaptação de *P. citri* a diferentes situações a que está submetida na natureza é relatada em condições climáticas tropical, subtropical e temperada (Santa-Cecília et al. 2011).

Café Robusta é hospedeiro preferencial para desenvolvimento de *P. citri*, frutos são excelente local para seu desenvolvimento e adubações com altas doses de nitrogênio utilizadas podem favorecer sua multiplicação. Plantas com adubação rica em nitrogênio crescem rapidamente, possuem maior disponibilidade desse elemento circulando, número de pontos de crescimento e maior vigor e são mais suscetíveis a insetos sugadores (Jauset et al. 1998). Incremento nas doses de nitrogênio pode aumentar o número de fêmeas adultas e sua sobrevivência, além de proporcionar menor período de desenvolvimento larval de cochonilhas em diversas culturas, incluindo *P. citri* e *P. ficus* (Rae e Jones 1992, Hogendorp et al. 2006, Cocco et al. 2015). Além disso, pode proporcionar maior desenvolvimento do tamanho do corpo de fêmeas adultas, aumentar a produção de ovos e o número de gerações e induzir à maior movimentação nas plantas, como relatado para *P. ficus* em videira e *P. citri* em *Solenostemon scutellarioides* (Hogendorp et al. 2006; Cocco et al. 2015). Altas doses de nitrogênio têm sido recomendadas para obtenção de altas produtividades (Prezotti 2014) e associadas às altas temperaturas e umidade relativa presentes nas lavouras da região de cultivo, podem estar favorecendo o aumento da infestação de *P. citri* em café Robusta. Semelhante situação tem sido encontrada em plantações de uva na Itália onde surtos de *P. ficus* têm crescido significativamente, provavelmente como resultado de práticas culturais orientadas para altas produtividades (Cocco et al. 2015). O controle químico utilizado nos experimentos foi eficiente para redução da população de *P. citri*, entretanto, seu uso constante pode levar à resistência na população, agravando a situação das altas infestações naturais (Flaherty et al. 1982), embora outros princípios ativos estejam em pesquisa (Mansour et al. 2010a) e possam ser eficientes para *P. citri*.

Ninfas e fêmeas adultas de *P. citri* devem ser monitoradas desde a floração (início de setembro) do café Robusta para detecção de sua movimentação das raízes para as rosetas. Duas pulverizações foliares realizadas no tempo adequado foram eficientes para o controle desse inseto e reduziram a infestação natural de cochonilhas vivas, rosetas infestadas e proporcionaram incremento na produtividade. Frutos de café Robusta foram excelente hospedeiro para *P. citri* e esse inseto reduziu em até 46% a

produtividade. A adaptação dessa cochonilha ao café Robusta, associada às condições climáticas favoráveis para desenvolvimento populacional desse inseto nas regiões de cultivo desse café e o intensivo uso de fertilizantes nitrogenados para obtenção de altas produtividades são fatores predisponentes a surtos incontroláveis e significativos danos de *P. citri*.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo a Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES, Processo nº 59732326; Termo de Outorga nº: 016/2012), a Admar Bautz, do Incaper, Wander Ramos Gomes e Alyson Scalfoni, da Coaabriel pelo auxílio na instalação e condução dos experimentos, a A. Rung e D. R. Muller pela realização do DNA/PCR. e a Rogério Carvalho Guarçoni pelo auxílio no delineamento experimental e análises estatísticas.

Referências citadas

- Abbott, W. S. 1925.** A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267.
- Bartlett, B. R., and D.C. Lloyd. 1958.** Mealybugs attacking citrus in California – a survey of their natural enemies and the release of new parasites and predators. J. Econ. Entomol. 52:90-93.
- Becerra, V., M. González, M. E. Herrera, and J.L. Miano 2006.** Dinámica poblacional de *Planococcus ficus* Sign. (Hemiptera – Pseudococcidae) en viñedos. Mendoza (Argentina). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 1:1–6.
- Ben-Dov, Y., D. R. Miller, and G. A. P. Gibson. 2015.** ScaleNet, Scales in a country query results. (<http://www.sel.barc.usda.gov/scalecgi/region.exe?region=T&family=All&country=BRA&genus=&subunit=ES&intro=A&detail=Yes®name=Neotropical&tryname=Brazil&action=Submit+Query&querytype=Subunit+Query/>) (accessado 12 Novembro 2015).
- Ben-Dov, Y. 1994.** A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae and Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. Intercept Limited, Andover, UK.

- Benvenha, S. R., S. Gravena, J. L. Silva, N. Araujo Junior, and L. C. S. Amorim 2011.** Manejo prático da cochonilha ortézia em pomares de citros. *Citrus Research & Technology* 32:39-52.
- Bordeu, E., D. O. Troncoso, and T. Zaviezo. 2012.** Influence of mealybug (*Pseudococcus* spp.) – infested bunches on wine quality in Carmenere and Chardonnay grapes. *Int. J. Food Sci. Technol.* 47:232–239.
- Capucho, A. S., L. Zambolim, H. S. S. Duarte, and G. R. O. Vaz. 2011.** Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea arabica* and *C. canephora*. *Plant Pathol.* 60:1144–1150.
- Capucho, A. S., L. Zambolim, U.N. Lopes, and N.S. Milagres. 2013.** Chemical control of coffee leaf rust in *Coffea canephora* cv. conilon. *Australas. Plant Pathol.* 42:667–673.
- Cid, M., S. Pereira, C. Cabaleiro, and A. Segura. 2010.** Citrus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) movement and population dynamics in an arbor-trained vineyard. *J. Econ. Entomol.* 103:619–630.
- Cocco, A., P. M. Marras, E. Muscas, A. Mura, and A. Lentini. 2015.** Variation of life-history parameters of *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in response to grapevine nitrogen fertilization. *J. Appl. Entomol.* 139:519–528.
- Daane, K. M., R. P. P. Almeida, V. A. Bell, J. T. S. Walker, M. Botton, M. Fallahzadeh, M. Mani, J. L. Miano, R. Sforza, V. M. Walton, and T. Zaviezo. 2012.** Biology and management of mealybugs in vineyards, pp. 271–307. *In* Bostanian, N. J., C. Vincent, and R. Isaacs (eds.), *Arthropod Management in Vineyards*. Springer, New York.
- Fernandes F. L., M. C. Picanço, M. E. Fernandes, T. V. Galdino, A. C. Tomaz. 2009.** Perdas causadas por *Coccus viridis* (Green) (Hemiptera: Coccidae) em mudas de *Coffea arabica* L. *EntomoBrasilis.* 2: 49-53.
- Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., Fonseca, A. F. A., and Pacova, B.E.V. 2007a.** Melhoramento genético de *Coffea canephora*, pp. 123-173. *In* Ferrão, R. G., A. F. A. Fonseca, S. M. Bragança, M. A. G. Ferrão, and L. H. De Muner (eds.), *Café Conilon*. Incaper, Vitória, Brasil.
- Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A., S. M. Bragança, Ferrão, M. A. G., and L. H. De Muner 2007b.** *Café Conilon*. Incaper, Vitória, ES, Brasil.
- Flaherty, D.L., W.L. Peacock, L. Bettiga, and G. M. Leavitt. 1982.** Chemicals losing effect against grape mealybug. *Calif. Agric.* May-June. pp. 15-16.

- Fonseca, A. F. A., Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., A. C. Verdin Filho, and P. S. Volpi. 2007.** Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita, pp. 123-173. *In* Ferrão, R. G., A. F. A. Fonseca, S. M. Bragança, M. A. G. Ferrão, and L. H. De Muner (eds.), *Café Conilon*. Incaper, Vitória, Brasil.
- Fornazier, M. J., C. J. Fanton, V. L. M. R. Benassi, and D. S. Martins. 2007.** Pragas do café Conilon, pp. 405-449. *In* Ferrão, R. G., A. F. A. Fonseca, S. M. Bragança, M. A. G. Ferrão, and L. H. De Muner (eds.), *Café Conilon*. Incaper, Vitória, Brasil.
- Fornazier, M. J., J. L. Perini, L. H. De Muner, V. L. Machado, G. Mazzo, L. V. C. Santa-Cecília, J. C. Souza, and S. C. Daun. 2000.** Cochonilha-branca-da-roseta em café conillon (*Coffea canephora*) no Espírito Santo, pp. 176-177. *In* 26th Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, outubro 2000, MAA/Procafé, Rio de Janeiro, Brasil.
- Martin, P. D., J. Kuhlman, and S. Moore. 2001.** Yield effects of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) feeding, pp. 345–356. *In* Proceedings, 19th Illinois Cooperative Extension Service Spray School, 24–27 June 1985, Chicago, IL.
- Franco, J. C., A. Zada, and Z. Mendel. 2009.** Novel approaches for the management of mealybug pests, pp. 233-278. *In* Ishaaya, I., and A. R. Horowitz (eds.), *Biorational control of arthropod pests: application and resistance management*. Springer, Netherlands.
- Franco, J., P. Suma, E. Da Silva, D. Blumberg, and Z. Mendel. 2004.** Management strategies of mealybug pests of citrus in Mediterranean countries. *Phytoparasitica* 32:507-532.
- Godfrey, K., D. Haviland, J. Erwin, K. Daane, and W. Bentley. 2005.** Vine Mealybug: What you should know? California, ANR University of California, California, USA.
- Goldasteh, S., A. A. Talebi, Y. Fathipour, H. Ostovan, A. Zamani, and R. V. Shoushtari. 2009.** Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on coleus [*Solenostemon scutellarioides* (L.) codd.]. *Arch. Biol. Sci.* 61:329-336.
- Gravena, S. 2003.** Cochonilha Branca: descontrolada em 2001. *Laranja* 24:71-82.
- Hattingh, V., and S. D. Moore. 2003.** Mealybugs, pp. 65–69. *In* Grout, T. G. (ed.), *Integrated production guidelines for export citrus: integrated pest and disease management*. CRI, Nelspruit.
- Hogendorp B. K., R. A. Cloyd and J. M. Swiader. 2006.** 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. Environ. Entomol. 35:201-211.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2015. Levantamento sistemático da produção agrícola: novembro 2015. ([http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201511.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201511.pdf).) (acessado 20 Janeiro de 2016).

Icafebr (Bureau de Inteligência Competitiva do Café). 2015. Relatório internacional de tendências do café, 4 (9): 1-4. (<http://www.icafebr.com.br/publicacao2/Relatorio%20v.4%20n.9.pdf>.) (acessado 26 Janeiro 2016).

Jauset, A. M., M. J. Sarasua, J. Avilla, and R. Albajes. 1998. The impact of nitrogen fertilizer of tomato on feeding site selection and oviposition by *Trialeurodes vaporariorum*. Entomol. Exp. Appl. 86:175-182.

Kerns D., G. Wright, and J. Loghry. 2002. Citrus mealybug (*Planococcus citri*). (<http://cals.arizona.edu/crop/citrus/insects/citrusmealy.pdf>.) (acessado 25 Setembro 2015).

Kuniyuki, H., J. A. M. Rezende, M. C. Granara de Willink, J. P. S. Novo, and V. A. Yuki. 2005. Transmissão do grape vine leafroll-associated virus 3 pela cochonilha *Pseudococcus longispinus* Targioni & Tozetti (Homoptera: Pseudococcidae). Summa Phytopathologica. 31:65–68.

Lucas-Espadas, A. 2002. Comportamiento de melazo (*Pseudococcus citri* Risso) en uva de mesa en la Región de Murcia. Alternativas de control biológico. Phytoma-España. 138:28-36.

Mansour, R., K. G. Lebdi, and S. Rezgui. 2010a. Assessment of the performance of some new insecticides for the control of the vine mealybug *Planococcus ficus* in a Tunisian vineyard. Entomologia Hellenica. 19:21-33.

Mansour, R., F. E. Youssfi, K. G. Lebdi, and S. Rezgui. 2010b. Imidacloprid applied through drip irrigation as a new promising alternative to control mealybugs in Tunisian vineyards. J. Plant Prot. Res. 50:314-319.

Martinez-Ferrer M. T., F. Garcia-Mari, and J. L. Ripolles-Moles. 2003. Population dynamics of *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae) in citrus groves in Spain. IOBC/ Working Group Integrated Control in Citrus Fruit Crops. IOBC Bull. 26:149-161.

- Martinez-Ferrer, M. T., J. L. Ripolles-Moles, and F. Garciamarí. 2006.** Enumerative and binomial sampling plans for citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae) in citrus groves. *J. Econ. Entomol.* 99:993-1001.
- Morandi Filho, W. J., V. C. Pacheco-da-Silva, M. C. Granara de Willink, E. Prado, and M. Botton. 2015.** A survey of mealybugs infesting South-Brazilian wine vineyards. *Rev. Bras. Entomol.* 59:251–254.
- Ouvrard, D., T. Kondo, and P. J. Gullan. 2013.** Scale insects: major pests and management, pp. 1-4. *In* Pinestell, D. (ed.), *Encyclopedia of Pest Management*. Taylor and Francis: New York. <http://dx.doi.org/10.1081/E-EPM-120046899>.
- Paulini, A. E., O. Nakano, A. J. Ferreira, J.B. Matiello, and A. M. D’Antônio. 1977.** Cochonilha branca (*Planococcus* sp.) causa graves prejuízos em cafeeiros do Espírito Santo, pp. 181. *In* Anais, 5 th Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, outubro 1977, MAA/Procafé, Guarapari, ES, Brasil.
- Prezotti, L.C. 2014.** Sistema de recomendação de calagem e adubação. (<http://www.incaper.es.gov.br/downloads>) (acessado 02 Janeiro 2016).
- Rae, D.J., and R. E. Jones. 1992.** Influence of host nitrogen levels on development, survival, size and population dynamics of sugarcane mealybug, *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae). *Austral. J. Zool.* 40:327-342.
- Rao, C. N., V. J. Shivankar, and S. Singh. 2006.** Citrus mealy bug (*Planococcus citri* Risso) management - A review. *Agric. Rev.* 27:142-146.
- Reis, P. R., J. C. Souza, L. V. C. Santa-Cecília, R. A. Silva, and M. S. Zacarias. 2010.** Manejo integrado de pragas do cafeeiro, pp. 573-688. *In* Reis, P. R. and R. L. Cunha (eds.), *Café arábica: do plantio à colheita*, v 1. Epamig, Lavras, MG, Brasil.
- Ribeiro Júnior, J. I., and A. L. P. Melo. 2009.** Guia prático para utilização do SAEG. Editora UFV, Viçosa, MG, BR.
- Rung, A., D. R. Miller, and S. J. Scheffer. 2009.** Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism method to distinguish three mealybug groups within the *Planococcus citri*-*P. minor* species complex (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). *J. Econ. Entomol.* 102:8-12.
- Santa-Cecília, L. V. C., E. Prado, and A. L. V. Sousa. 2011.** Influência da temperatura na distribuição vertical da cochonilha-branca, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de café. *Arq. Inst. Biol.* 78:619-622.

- Santa-Cecília, L. V. C., L. R. B. Correa, B. Souza, E. Prado, and E. Alcantra. 2009.** Desenvolvimento de *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros. Acta Scient., Agron. 31:13-15.
- Santa-Cecília, L. V. C., P. R. Reis, and J. C. Souza. 2002.** Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas farinhentas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Neotrop. Entomol. 31:333-334.
- Santa-Cecília, L. V. C., B. Souza, J. C. Souza, E. Prado, A. Moino Jr, M. J. Fornazier, and G. A. Carvalho. 2007.** Cochonilhas-farinhentadas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle. Epamig, Belo Horizonte, MG, BR (Boletim Técnico, 79).
- Schimidt, H.C., L. C. De Muner, and M. J. Fornazier. 2004.** Cadeia Produtiva do café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo. 1st ed. Gráfica Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.
- Silva, E. B., and A. Mexía, 1997.** The damage caused by *Planococcus citri* (Risso) on citrus groves. Crop Prot. 7:26-31.
- Souza, B., L. V. C. Santa-Cecília, E. Prado, and J. C. Souza. 2008.** Cochonilhas-farinhentadas (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais. Coffee Science. 3:104-107.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 2015.** Forecast Overview 2015/16. Coffee: Markets and Trade, December/2015. 6 pp. (<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>) (acessado 14 Dezembro 2015).
- Williams, D. J., and M. C. Granara de Willink. 1992.** Mealybugs of Central and South America. CAB, Wallingford.
- Wetten, A., C. Campbellb, and J. Allainguillaumec. 2015.** High-resolution melt and morphological analyses of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from cacao: tools for the control of *Cacao swollen shoot virus* spread. Pest Manag. Sci. 7 pp. DOI 10.1002/ps.4017.
- Youssfi, F. E. 2007.** Bio-écologie de *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) et essai de lutte. M.S. Thesis. Université du 7 Novembre à Carthage, Institut National Agronomique de Tunisie, Tunisia.

Tabela 1: Médias das percentagens de rosetas infestadas (% RI) por *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), percentagens de cochonilhas vivas (% CcV) e produtividade (Prod, kg.planta⁻¹) em dois tratamentos (com e sem controle de *P. citri*), dois locais (SG Palha e Colatina) e três anos (safras 2004/05, 2005/06 e 2006/07)

	Tratamentos	Safr 2004/05		Safr 2005/06		Safr 2006/07		Média ¹		
		SGPalha	Colatina	SGPalha	Colatina	SGPalha	Colatina	SGPalha	Colatina	
% RI	Com controle	0,258 ² bA ³	0,168 bB	0,211 bA	0,269 bA	0,288 bA	0,314 bA	0,252 bA	0,250 bA	
		(6,51) ⁴	(2,80)	(4,39)	(7,06)	(8,07)	(9,54)	(6,22)	(6,12)	
	Sem controle	0,922 aA	0,700 aB	0,893 aA	0,921 aA	0,930 aA	0,988 aA	0,915 aA	0,869 aB	
		(63,49) ⁴	(41,50)	(60,68)	(63,39)	(64,26)	(69,71)	(62,82)	(58,32)	
% CcV	Com controle	0,010 ² bA	0,000 bA	0,000 bA	0,000 bA	0,000 bB	0,048 bA	0,003 bA	0,016 bA	
		(0,01) ⁴	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,23)	(0,00)	(0,09)	
	Sem controle	1,345 aB	1,382 aA	1,367 aA	1,292 aA	1,346 aA	1,291 aB	1,353 aA	1,322 aB	
		(94,99) ⁴	(96,48)	(95,90)	(92,43)	(95,03)	(92,37)	(95,33)	(93,94)	
Prod	Com controle	2885,57 aA	2468,83 aB	4477,56 aA	3924,95 aB	5246,05 aA	4695,94 aB	4203,06 aA	3696,57 aB	
	Sem controle	1546,14 bB	1846,20 bA	2852,24 bA	2786,39 bA	3421,52 bA	3081,45 bB	2606,64 bA	2571,35 bA	
Δ (%) ⁵		87,28	33,72	56,98	40,86	53,32	52,39	61,24	43,70	
Δ (%) médio									52,56	
% D		46,42	25,22	36,30	29,01	34,78	34,38	37,98	30,44	
% D médio									34,45	

¹Média das 3 safras; ²Dados transformados em [y = arcseno(raiz(x/100))]; ³Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical e de uma mesma letra maiúscula na horizontal (nas safras e parâmetros avaliados) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); ⁴Dados em percentagem (%); ⁵Percentagem de acréscimo da produtividade (Δ %).

Tabela 2: Análise conjunta de variância das características percentagem de rosetas infestadas (% RI) por *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), percentagem de cochonilhas vivas (% CcV) e produtividade (Prod) avaliada em dois tratamentos (com e sem controle de *P. citri*), dois locais (SG Palha e Colatina, Brasil) e três anos (safra 2004/05, 2005/06 e 2006/07)

Fonte de Variação	GL	QM		
		% RI	% CcV	Prod
(Bloco/L)/A	114	0.01627	0,00248	49.909,65
Tratamento (T)	1	24.65539 *	105,72003 *	39.984.006,67 ^{ns}
Ano (A)	2	0.27922 ^{ns}	0,00796 ^{ns}	27.910.220,00 *
Local (L)	1	0.03418 ^{ns}	0,00481 ^{ns}	1.584.375,00 ^{ns}
T x A	2	0.02772 ^{ns}	0,02054 ^{ns}	983.651,67 ^{ns}
T x L	1	0.02861 ^{ns}	0,02821 ^{ns}	1.198.506,67 ^{ns}
A x L	2	0.26379 *	0,01369*	277.055,00 *
T x A x L	2	0.03462 *	0,03217*	115.846,67 *
Resíduo	114	0.01177	0,00218	33.327,11
Média		0.571683	0,6735	1.961,25
CV (%)		18.98	6,93	9,31

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

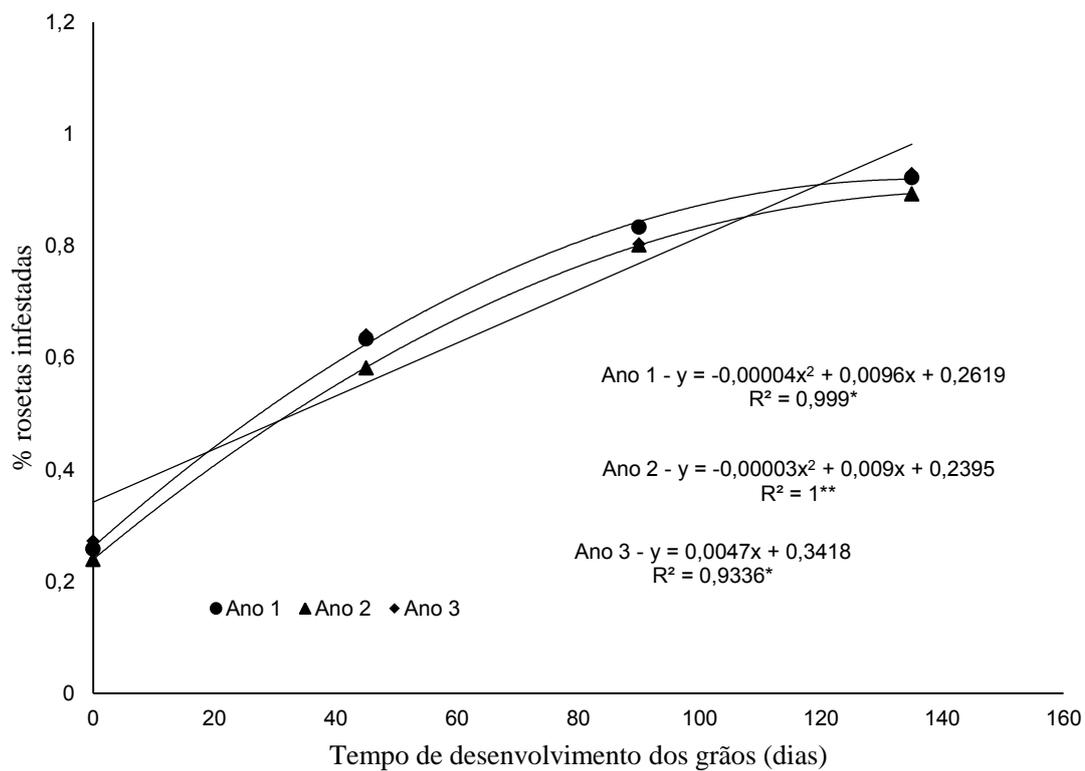


Fig 1. Médias das porcentagens de rosetas infestadas (% RI) por *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) no tratamento sem controle de *P. citri*, em função do tempo de desenvolvimento dos grãos do cafeeiro em três anos, município de São Gabriel da Palha.

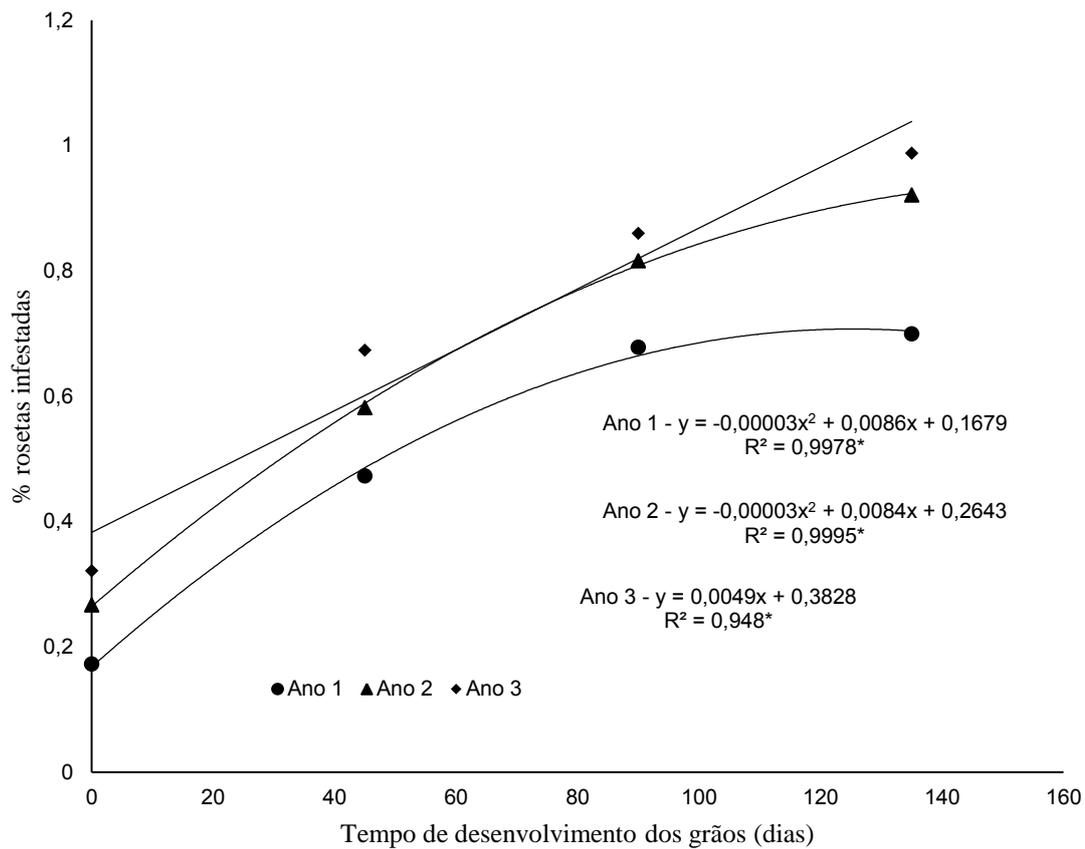


Fig. 2. Médias das porcentagens de rosetas infestadas (% RI) por *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) no tratamento sem controle de *P. citri*, em função do tempo de desenvolvimento dos grãos do cafeeiro em três anos, município de Colatina.

Manejo de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) com neonicotinoides e aumento da produtividade de café Robusta (cv. Conilon)

Running title: Cochonilha, neonicotinoides e produção de café

Mauricio J Fornazier,^{a*} David S Martins,^a Paulo S. F. Ferreira^b and José Cola Zanuncio^c

Correspondência para: Maurício J Fornazier, Incaper, Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro-Serrano-Departamento de Entomologia, P.O. Box 47, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, ES, Brasil. E-mail: mauriciofornazier@gmail.com

a Departamento de Entomologia, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Caixa Postal 47, CEP 29375-000, Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brazil.

b Autor correspondente, email: mauriciofornazier@gmail.com

c Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brazil.

Resumo

ANTECEDENTES: *Planococcus citri* tem sido ameaça à cafeicultura brasileira desde 1999/2000 e provoca queda de botões florais e frutos. Neonicotinoides agem por contato e ingestão com prolongada atividade sistêmica e residual para insetos sugadores, coleópteros e lepidópteros sem necessidade de reaplicações. O objetivo desse trabalho foi determinar a eficiência de doses, parcelamento, formulações e épocas de aplicação de neonicotinoides via solo para controle de *P. citri* café Robusta irrigado e influência na produtividade. Três experimentos foram conduzidos em condições de campo de julho a abril com aplicação via solo e próximo ao caule do café.

RESULTADOS: Três níveis de infestação natural e grande dano (>60%) na produtividade foram detectados a partir de 38% de rosetas infestadas. Imidacloprid (>750 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxam (>250 g i.a.ha⁻¹) reduziram eficientemente a população de *P. citri* em dose única aplicados em drench em julho/setembro, sem necessidade de reaplicação. A aplicação tardia permitiu maior dispersão de *P. citri*.

CONCLUSÃO: Neonicotinoides são opção para redução populacional de *P. citri* e podem ser empregados em programa de manejo integrado de pragas em café Robusta. É necessário se determinar a influência de polinizadores para esse café e ação das épocas de aplicação na fauna benéfica.

Palavras-chave: cochonilha farinhenta; *Coffea canephora*; dano; época de aplicação; imidacloprid; thiamethoxam

***Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) management with neonicotinoids increasing Robusta coffee (cv. Conilon) yield**

Running title: Citrus mealybug, Neonicotinoides and coffee yield

Mauricio J Fornazier,^{a*} David S Martins,^a Paulo S. F. Ferreira^b and José Cola Zanuncio^c

Correspondence to: Maurício J Fornazier, Incaper, Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro-Serrano-Department of Entomology, P.O. Box 47, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, ES, Brazil. E-mail: mauriciofornazier@gmail.com

a Department of Entomology, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Caixa Postal 47, CEP 29375-000, Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brazil.

b Corresponding author, email: mauriciofornazier@gmail.com

c Department of Entomology, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brazil.

Abstract

BACKGROUND: *Planococcus citri* has been threatening Brazilian coffee since 1999/2000 and causes the fall of floral and fruit buds. Neonicotinoids act by contact and ingestion with prolonged systemic and residual activity for sucking insects, Coleoptera and Lepidoptera without the need for reapplication. The aim of this study was to determine the effectiveness of doses, installment, formulations and neonicotinoids application times through soil to control *P. citri*, and the influence on yield in irrigated Robusta coffee. Three experiments were carried out from July to April under field conditions.

RESULTS: Three levels of natural infestation and damage major (> 60%) in yield were detected from 38% of infested rosettes. Imidacloprid (>750 g a.i.ha⁻¹) and thiamethoxam (>250 g a.i.ha⁻¹) effectively reduced the population of *P. citri* as a single dose applied by drench in July/September without the need for reapplication. Later application allowed greater dispersion of *P. citri*.

CONCLUSION: Neonicotinoids are option for population reduction of *P. citri* and can be used in integrated pest management program in Robusta coffee. However, it is necessary to determine the influence of pollinators in Robusta coffee yield, and the action of these neonicotinoids soil application times on its associated beneficial fauna.

Keywords: application times; *Coffea canephora*; damage; imidacloprid; citrus mealybug; thiamethoxam

1 INTRODUÇÃO

Neonicotinoides incluem acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid e thiamethoxam¹. Eles têm o mesmo modo de ação da nicotina e atuam como agonistas dos receptores nicotínicos pós-sinápticos da acetilcolina (nAChR) no sistema nervoso central dos insetos^{2,3}. Neonicotinoides mostram baixa toxicidade a mamíferos devido à sua menor afinidade à nAChRs dos vertebrados^{4,5}. Imidacloprid e thiamethoxam são considerados a primeira e a segunda geração de compostos neonicotinoides e pertencem às subclasses do chloronicotinyl e thianicotinyl, respectivamente e ambos agem por contato e ingestão³. Esses ingredientes ativos são registrados em mais de 140 culturas e 120 países ao redor do mundo¹ e usados para aplicação foliar, via solo, injeção em tronco, irrigação e tratamento de sementes^{1,5,6,7}. Têm prolongada atividade sistêmica e residual em diversas culturas, controlam importantes insetos sugadores (afídeos, cigarrinhas, moscas brancas) e diversos coleópteros e lepidópteros. São recomendados principalmente como preventivos para pragas sugadoras^{3,8,9} e promovem contínua proteção das plantas sem necessidade de repetidas aplicações¹⁰.

Pragas podem reduzir drasticamente a produção agrícola, afetando diretamente a produção de grãos ou reduzindo o valor comercial de frutos em diversas culturas econômicas¹¹. A cafeicultura representa uma das principais commodities brasileiras, ocupa área de aproximadamente 2 milhões ha e produção de 2,6 milhões ton (safra 2014/2015). Cerca de 70% dessa produção é de café Arábica (*Coffea arabica* L.), com crescimento na área plantada, produção e produtividade do café Robusta (cv. Conilon) (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner)¹². Os danos que *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) e *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) causam à produção e seu manejo têm sido bem determinados para o café Arábica no Brasil^{13,14}. *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti) (Hemiptera: Pseudococcidae) têm sido relatada como ameaça à cafeicultura arábica brasileira¹⁵ e *Planococcus citri* relatada ocorrendo em café Robusta (cv. Conilon) no Brasil desde 1999/2000 e se tornou praga-chave dessa espécie de café. *Planococcus citri* apresenta o comportamento de se refugiar nas raízes do cafeeiro desde o final do verão ao início da primavera, quando se movem para a parte aérea das plantas. Ninfas e fêmeas adultas sugam a seiva nas rosetas do cafeeiro, ocorre queda de botões florais e frutos novos e chochamento de frutos em

desenvolvimento; isso provoca acentuada queda na produtividade do café Robusta (cv. Conilon)^{16,17}.

Técnicas culturais, biológicas e químicas devem ser usadas para manejo de insetos-praga como parte do Manejo Integrado de Pragas visando redução de químicos e custo de produção, segurança na aplicação e rentabilidade econômica¹⁸. Neonicotinoides têm sido usados na agricultura brasileira, particularmente em cafeeiro, aplicado via solo para controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em café Arábica¹⁹. Imidacloprid e thiamethoxam têm sido usados eficientemente para manejo de diferentes espécies de insetos sugadores^{20,21}, principalmente cochonilhas farinhentas como *P. citri* e *P. ficus* em vinhedos em diversos países^{22,23,24}. Os melhores resultados foram obtidos para essa cultura quando esses produtos foram aplicados via solo e associado ao sistema de irrigação, o que permite atingir os insetos por ingestão^{25,26,27}. O uso de inseticidas sistêmicos como imidacloprid e thiamethoxam é alternativa para controle de pragas devido à sua eficiência na redução de populações de insetos e ao seu modo de ação e aplicação, minimizando efeitos adversos a insetos benéficos²⁸. O objetivo desse trabalho foi determinar a eficiência de diferentes doses, formulações e épocas de aplicação de neonicotinoides via solo para controle de *P. citri* em condições de campo em lavouras comerciais irrigadas de café Robusta (cv. Conilon) e a influência desse controle na produção de grãos de café.

2 MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Três experimentos foram instalados em lavouras comerciais irrigadas de café conilon no período da primavera/verão de 2007 a 2010 no município de São Gabriel da Palha, região Norte do Estado do Espírito Santo, Brasil. O clone utilizado foi o 02 plantado na densidade de 3333,7 plantas/ha, com tratos culturais recomendados, irrigação por gotejamento durante todo o período produtivo²⁹ e adubados para alta produtividade³⁰. O fungicida ciproconazole foi aplicado em dose única (450 g i.a.ha⁻¹) via solo em todos os tratamentos na primeira metade de outubro para controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br)^{31,32}. Devido à formulação do inseticida thiamethoxam conter ciproconazole utilizado no experimento três, o ciproconazole foi aplicado em julho (225 g i.a.ha⁻¹) e setembro (225 g i.a.ha⁻¹) nos tratamentos com imidacloprid e em julho (450 g i.a.ha⁻¹) no tratamento sem inseticida, em dose única. Todos os

experimentos foram instalados em áreas naturalmente infestadas por *P. citri* no ano anterior.

2.1 Inseticidas e aplicação

As formulações comerciais de imidacloprid (Premier[®]) e thiamethoxam (Actara 250 WG[®], Actara 10 GR[®] e Verdadero 600 WG[®]) foram avaliadas. Actara 10 GR[®] é formulação granulada com 10 g.kg⁻¹ (1%) de thiamethoxam; Actara 250 WG[®] e Premier[®] são grânulos micro dispersíveis em água e contem 250 g.kg⁻¹ (25%) de thiamethoxam e 700 g.kg⁻¹ (70%) de imidacloprid, respectivamente; Verdadero 600 WG[®] contem mistura de 300 g.kg⁻¹ (30%) de thiamethoxam + 300 g.kg⁻¹ (30%) de ciproconazole. Cada dose usada dos produtos com formulação WG foi previamente diluída em 5 L de água e aplicadas via solo em um único ponto, em sistema de “drench” (esguicho) com uso de dosador e volume de 50 mL de calda/planta, totalizando 166,7 L de calda.ha⁻¹. O produto com formulação GR foi aplicado em sulcos, a 5 cm de profundidade. Todas as aplicações foram feitas a 10 cm do tronco, ao redor das plantas de cafeeiro; as folhas que se encontravam sob a copa das plantas foram previamente retiradas no local da aplicação para evitar adsorção dos inseticidas. Imediatamente após as aplicações as plantas foram irrigadas. As doses utilizadas nos experimentos foram aquelas sugeridas pelos fabricantes dos produtos.

Experimento 1

Os tratamentos (Trat) foram constituídos de duas doses de imidacloprid (750 e 1050 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxam WG (250 e 375 g i.a.ha⁻¹), em duas épocas de aplicação (setembro e novembro) e um tratamento sem inseticida (Trat s.i.) (tabela 1). As formulações comerciais utilizadas foram Premier[®] e Actara 250 WG[®].

Experimento 2

Dois doses de thiamethoxam (250 e 500 g i.a.ha⁻¹) nas formulações granulada (GR) e WG foram aplicadas em duas épocas (julho e setembro) e com parcelamento da dose da formulação GR em dezembro e janeiro e um tratamento sem inseticida (tabela 2). As formulações comerciais utilizadas foram Actara 10 GR[®] e Actara 250 WG[®].

Experimento 3

Imidacloprid (1050 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxam (450 g i.a.ha⁻¹) foram utilizados em duas épocas (julho e setembro) e um tratamento sem inseticida (tabela 3). As formulações comerciais utilizadas foram Premier® e Verdadero 600 WG ® (thiamethoxam + ciproconazole).

2.2 Características avaliadas

As características rosetas infestadas (% RI), cochonilhas vivas (% CcV), número de rosetas (N ROS) e peso de grãos (P GR) foram avaliadas através da coleta aleatória de 10 ramos na metade inferior das plantas da área útil de cada parcela, em meados de janeiro. No experimento 2, a avaliação foi realizada em início de fevereiro. As características N ROS e P GR foram avaliadas no experimento 1. A contagem do número de cochonilhas foi feita em cinco rosetas infestadas e escolhidas aleatoriamente, em laboratório, com uso de microscópio estereoscópico e aumento de 20 vezes. Frutos secos foram colhidos em julho/agosto de uma planta da área útil de cada parcela e beneficiados em máquina manual para medir a produção (Prod). Foram calculados o dano (%D) de *P. citri* à produção de café Conilon usando a fórmula: $\%D = \{[(\text{Prod Trat} - \text{Prod Trat s.i.}) / \text{Prod Trat}] \times 100\}$, a percentagem de incremento da produção ($\Delta\%$) pela fórmula: $\Delta\% = \{[(\text{Prod Trat} - \text{Prod Trat s.i.}) / \text{Prod Trat s.i.}] \times 100\}$ e as reduções na população de *P. citri* (%E₁, %E₂)³³.

2.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental usado foi blocos casualizados. Para o experimento 1 foram utilizados nove tratamentos com três repetições (tabela 1). Sete tratamentos foram usados no experimento 2 (tabela 2) e cinco tratamentos no experimento 3 (tabela 3), ambos com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por nove plantas, sendo utilizadas as três plantas centrais para avaliação das características desejadas. Os dados obtidos para as características % RI e % CcV foram transformados para as análises estatísticas utilizando a função $y = \arcseno\left(\sqrt{\frac{x}{100}}\right)$ e os dados das características N ROS e P GR utilizando a função $y = \sqrt{x}$. Para as análises estatísticas dos três experimentos foi utilizado o programa SAEG³⁴.

Experimento 1

As análises das variâncias (ANOVA) foram realizadas e as médias ou grupos de médias foram comparados pelo teste F utilizando contrastes ortogonais. Os graus de liberdade de tratamento foram decompostos nos contrastes³⁵ abaixo descritos para verificar diferença entre os tratamentos com e sem inseticida (C_1), a melhor época para aplicação (C_2), o melhor produto aplicado na primeira (C_3) e na segunda época (C_4), a melhor dose de imidacloprid aplicado na primeira (C_5) e na segunda época (C_7) e a melhor dose de thiamethoxam aplicado na primeira (C_6) e na segunda época (C_8) para controle de *P. citri* e influência na produção de café Robusta.

$$C_1 = 8\widehat{m}_1 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6 - \widehat{m}_7 - \widehat{m}_8 - \widehat{m}_9$$

$$C_2 = \widehat{m}_2 + \widehat{m}_3 + \widehat{m}_4 + \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6 - \widehat{m}_7 - \widehat{m}_8 - \widehat{m}_9$$

$$C_3 = \widehat{m}_2 + \widehat{m}_3 - \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5$$

$$C_4 = \widehat{m}_6 + \widehat{m}_7 - \widehat{m}_8 - \widehat{m}_9$$

$$C_5 = \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3$$

$$C_6 = \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5$$

$$C_7 = \widehat{m}_6 - \widehat{m}_7$$

$$C_8 = \widehat{m}_8 - \widehat{m}_9, \text{ onde } \widehat{m} = \text{média do tratamento 1 a 9 (tabela 1).}$$

Experimento 2

As análises das variâncias (ANOVA) foram realizadas e as médias ou grupos de médias foram comparados pelo teste de Scheffé para testar os contrastes de médias³⁵ abaixo descritos, para verificar a diferença entre os tratamentos com e sem inseticida (C_9), a melhor formulação de thiamethoxam (C_{10}), a melhor época para aplicação (C_{11}), a possibilidade de parcelamento de dose (C_{12} , C_{13}) para controle de *P. citri* e influência na produção de café Robusta. Os coeficientes de correlação (r) entre as variáveis foram testados pelo teste t.

$$C_9 = 6\widehat{m}_1 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6 - \widehat{m}_7$$

$$C_{10} = \widehat{m}_4 + \widehat{m}_6 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_7$$

$$C_{11} = \widehat{m}_4 + \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6 - \widehat{m}_7$$

$$C_{12} = \widehat{m}_2 - \widehat{m}_5$$

$$C_{13} = \widehat{m}_3 - \widehat{m}_7, \text{ onde } \widehat{m} = \text{média do tratamento 1 a 7 (tabela 2).}$$

Experimento 3

As análises das variâncias (ANOVA) foram realizadas e as médias ou grupos de médias foram comparados pelo teste F utilizando contrastes ortogonais. Os graus de liberdade de tratamento foram decompostos nos contrastes³⁵ abaixo descritos para verificar a diferença entre os tratamentos com e sem inseticida (C_{14}), o melhor produto (C_{15}) e a melhor época para aplicação de thiamethoxam (C_{16}) e de imidacloprid (C_{17}) para controle de *P. citri* e influência na produção de café Robusta.

$$C_{14} = 4\widehat{m}_1 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5$$

$$C_{15} = \widehat{m}_2 + \widehat{m}_3 - \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5$$

$$C_{16} = \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3$$

$$C_{17} = \widehat{m}_4 - \widehat{m}_5, \text{ onde } \widehat{m} = \text{média do tratamento 1 a 5 (tabela 3).}$$

3 RESULTADOS

Experimento 1

As rosetas infestadas com presença de espécimens vivos de *P. citri* foi superior a 90% no tratamento sem inseticida e cerca de 95% das cochonilhas estavam vivas. A eficiência de controle dessa praga (% E1) para a característica % CcV foi superior a 92% para todas as doses e épocas de aplicação de imidacloprid e thiamethoxam (tabela 1). A % RI nos tratamentos com inseticida variou de 14,5% a 24,8% e a eficiência de controle (% E2) com base nessa característica variou de 73,3% a 86,6%. O dano causado por *P. citri* à produção do café Conilon variou de \approx 54% a 64% e incrementos de até 180% nessa produção em relação ao tratamento sem inseticida foram obtidos com o controle dessa praga (tabela 1). O contraste ortogonal (C_1) mostrou diferença ($p < 0,01$) para as características % RI, % CcV, NROS, N GR, P GR e Prod entre os tratamentos com e sem inseticida para controle de *P. citri*. As % RI e % CcV foram maiores no tratamento sem inseticida e NROS, N GR, P GR e Prod foram maiores nos tratamentos com inseticida (tabela 4). A % RI se correlacionou positivamente ($p < 0,01$) com a % CcV ($r = 0,9550$) e ambas se correlacionaram negativamente ($p < 0,01$) com NROS ($r = -0,5164$; $-0,5183$), N GR ($r = -0,6739$; $-0,6413$), P GR ($r = -0,5745$; $-0,5703$) e Prod ($r = -0,8252$; $-0,7908$), respectivamente.

A aplicação dos neonicotinoides imidacloprid e thiamethoxan via solo para controle de *P. citri* em início de setembro apresentou melhores resultados ($p < 0,01$) que a aplicação em início de novembro (C_2). Nessa primeira época de aplicação a % CcV foi menor e as demais características avaliadas não foram influenciadas pelas épocas de aplicação. Imidacloprid teve menor % CcV que thiamethoxam ($p < 0,05$) quando

aplicado em setembro (C_3), entretanto, essa diferença não foi observada quando esses produtos foram aplicados em novembro (C_4). Nenhuma das outras características foi influenciada nessas épocas de aplicação. Não foi observada diferença na eficiência de controle baseada na redução da % CcV e na % RI para as doses utilizadas de imidacloprid (700 e 1050 g i.a.ha⁻¹) tanto para a época de aplicação de setembro (C_5) quanto para novembro (C_7). O mesmo foi constatado para as doses de thiamethoxam (250 e 375 g i.a./ha) (C_6 e C_8). A dose de 250 g i.a.ha⁻¹ de thiamethoxam aplicada em novembro mostrou maior NROS ($p < 0,05$), N GR e P GR ($p < 0,01$) que a dose de 375 g i.a.ha⁻¹, entretanto, isso não influenciou a Prod. Nenhum dos princípios ativos, doses e época de aplicação mostraram diferença quanto à característica Prod (C_2 a C_8) (tabela 4).

Experimento 2

As rosetas infestadas com presença de espécimens vivos de *P. citri* foi de aproximadamente 15% e cerca de 89% dessas cochonilhas estavam vivas. A eficiência de controle dessa praga (% E1) para a característica % CcV variou de 93% a 100% para as formulações, doses e épocas de aplicação do thiamethoxan. Nos tratamentos com inseticida a % RI variou de 0 a 3,7% e a eficiência de controle (% E2) com base na característica % RI variou de $\approx 76\%$ a 100%. O dano causado por *P. citri* à produção do café Robusta variou de 4,6% a 17,6% e incrementos de até $\approx 21\%$ na produção em relação ao tratamento sem inseticida foram obtidos com o controle da praga (tabela 2). O contraste de médias (C_9) mostrou diferença ($p < 0,05$) para as características % RI e % CcV, entre os tratamentos com e sem inseticida para controle de *P. citri*. As % RI e % CcV foram maiores no tratamento sem inseticida (tabela 5). A % RI se correlacionou positivamente ($p < 0,01$) com a % CcV ($r = 0,9474$) e ambas se correlacionaram negativamente ($p < 0,01$) com a Prod ($r = -0,5466$; $-0,4789$), respectivamente.

A formulação GR de thiamethoxam (500 g i.a./ha) apresentou menor % RI e % CcV ($p < 0,05$) que a formulação WG (C_{10}) e não houve influência da época de aplicação (julho e setembro) (C_{11}) nas % RI e % CcV. Não se constatou influência do parcelamento da dose de thiamethoxam GR nas % RI e % CcV nos meses de julho/dezembro, quando comparada à aplicação da dose única em julho (C_{12}). Entretanto, a aplicação da dose única de thiamethoxam GR em setembro apresentou menor % RI e % CcV ($p < 0,05$) que o parcelamento dessa dose nos meses de setembro/janeiro (C_{13}). As formulações de thiamethoxam WG e GR, doses, época de

aplicação e o parcelamento de dose para controle de *P. citri* não diferiram quanto à característica Prod (C_9 a C_{13}) (tabela 5).

Experimento 3

As rosetas infestadas com presença de espécimens vivos de *P. citri* foi de $\approx 38\%$ e cerca de 87% dessas cochonilhas estavam vivas. A eficiência de controle dessa praga (% E1) para a característica % CcV foi superior a 95% para imidacloprid e thiamethoxan aplicados em julho e setembro. Entretanto, a eficiência de controle (% E2) com base na característica % RI variou de 76,1% a 94,4%. O dano causado por *P. citri* à produção do café Conilon variou de $\approx 23\%$ a $\approx 38\%$ e incrementos de até 60,5% na produção em relação ao tratamento sem inseticida foram obtidos com controle da praga (tabela 3). O contraste ortogonal (C_{14}) mostrou diferença ($p < 0,01$) para as características % RI, % CcV e Prod entre os tratamentos com e sem inseticida para controle de *P. citri*. As % RI e % CcV foram maiores no tratamento sem inseticida e Prod naqueles com inseticida (tabela 6). A % RI se correlacionou positivamente ($p < 0,01$) com a % CcV ($r = 0,8893$) e ambas se correlacionaram negativamente ($p < 0,01$) com a Prod ($r = -0,9040$; $-0,7460$), respectivamente.

Thiamethoxam (450 g i.a.ha⁻¹) apresentou menor % RI ($p < 0,05$) que imidacloprid (1050 g i.a./ha), entretanto, não mostrou influência na % CcV e na Prod (C_{15}). Thiamethoxam aplicado em meados de julho diminuiu a % RI ($p < 0,01$) quando comparada à sua aplicação em setembro (C_{16}), entretanto não influenciou a % CcV e a Prod. O mesmo foi observado para o imidacloprid em relação às % RI ($p < 0,01$) e % CcV nas duas épocas de aplicação; entretanto, a aplicação de imidacloprid em julho mostrou Prod superior ($p < 0,05$) à sua aplicação em setembro (C_{16}).

4 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Imidacloprid (750 e 1.050 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxam (250, 375, 450 e 500 g i.a.ha⁻¹) foram eficientes na redução de mais de 90% da população de *P. citri* nas diversas infestações naturais dos experimentos. Esses princípios ativos têm sido usados eficientemente para manejo de insetos sugadores²¹ com redução de 98% da população de *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae) em tratamento das mudas de alface³⁶. Neonicotinoides têm apresentado longo período residual de controle das cochonilhas farinhas *Daktulosphaira vitifoliae*, Fitch (Hemiptera: Phylloxeridae), *Eurhizococcus brasiliensis* (Hempel) (Hemiptera: Margarodidae), *P. citri* e *P. ficus* Signoret

(Hemiptera: Pseudococcidae) em videira, principalmente quando aplicados via irrigação^{22,37,38,39}. Essas cochonilhas têm sido restritivas à produção da videira no Brasil, Tunísia e USA^{22,39,40}. Embora *Eurhizococcus brasiliensis* seja considerada praga de difícil controle, resultados promissores foram encontrados com imidacloprid e thiamethoxan GR e WG em plantas novas e naquelas estabelecidas. Isso tem permitido a implantação de novas lavouras em áreas previamente infestadas por essa praga^{25,38,40,41}. Ambos os inseticidas também foram eficientes em aplicação drench em condições de campo para controle de *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera, Pseudococcidae) em raízes de *Co. arabica* e *Co. canephora*^{42,43}.

Thiamethoxam (Actara 250 WG[®]) e thiamethoxam + ciproconalozol (Verdadero 600 WG[®]) não apresentaram diferença nos níveis de redução populacional (>93%) de *P. citri* em café Robusta, embora a infestação natural desse inseto tenha variado nos experimentos. Resultado semelhante foi constatado no controle de *L. coffeella* em café arábica, onde ambas as formulações mantiveram a população abaixo do nível de dano econômico⁴⁵. Isso mostra que o fungicida ciproconazole adicionado à formulação não interferiu na eficiência do thiamethoxam para redução da população de *P. citri* em café Robusta e ambas as formulações de thiamethoxam podem ser utilizadas.

A aplicação dos inseticidas via solo em setembro (experimento 1) apresentou maior redução da população de *P. citri* que a aplicação em novembro. Imidacloprid foi mais eficiente para reduzir a população de cochonilhas que thiamethoxan em setembro; entretanto, essa diferença não foi observada em novembro. As menores doses de imidacloprid (700 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxan (250 g i.a.ha⁻¹) aplicadas em setembro controlaram *P. citri* em café Robusta. A redução da população da cochonilha não foi influenciada pela época de aplicação (experimentos 2 e 3) e mostrou viabilidade da aplicação em julho, prévia à movimentação da população de *P. citri* das raízes para infestar a parte aérea das plantas de café Robusta. Controle de *E. brasiliensis* foi obtido com imidacloprid e thiamethoxam (466,7 g i.a.ha⁻¹) aplicados via solo em novembro em plantas de videira de primeiro ano⁴⁰. Entretanto, doses desses produtos podem ser influenciadas pela época de aplicação e infestação da praga. Maior lucro foi obtido no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar em aplicação antecipada de thiamethoxam WG (250g i.a./ha) quando o menor índice de infestação foi constatado⁴⁵. Eficiente controle de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) foi obtido em *Citrus limon* (L.) (Rutaceae) com imidacloprid (1.312 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxam (938 g i.a.ha⁻¹) aplicados via drench.

Entretanto, uso de doses mais altas de imidacloprid (3.282 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxam (1.172 g i.a.ha⁻¹) foram necessárias para controle de *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae)^{28,46} nessa cultura. Doses e épocas de aplicação de neonicotinoides dependem da praga-alvo e da época de sua ocorrência na lavoura. Devido aos neonicotinoides agirem por contato e ingestão³, talvez a aplicação antecipada de neonicotinoides em café Robusta possa melhorar o desempenho deles quando aplicados via solo, controlando a cochonilha ainda nas raízes. Essa aplicação poderia ser realizada nas primeiras irrigações por gotejamento utilizadas para induzir o florescimento dessa espécie de café.

A mesma dose (500 g i.a.ha⁻¹) de thiamethoxam GR apresentou maior redução da população de *P. citri* que a WG. Entretanto, ambas as formulações apresentaram elevada redução da população dessa cochonilha (93-100%). Inseticidas sistêmicos GR não têm apresentado constância na redução de população de *L. coffeella* em café Arábica devido à distribuição irregular das chuvas⁴⁷ (Souza et al. 2006a). Efetiva redução da incidência de *E. brasiliensis* em videira estabelecida (>90%) foi obtida com formulações GR e WG de imidacloprid e thiamethoxam. Entretanto, a distribuição mais uniforme na aplicação da formulação GR sobre as raízes apresentou melhores resultados de controle que a aplicação em seis pontos isolados, provavelmente pela disponibilidade de água para solubilização e absorção do princípio ativo⁴¹. Entretanto, a formulação GR apresentou o inconveniente de ser menos prática para utilização, exigir maior emprego de mão-de-obra, propiciar maior risco operacional para o aplicador que a formulação WG e, assim, poder aumentar o custo da aplicação. A umidade do solo talvez seja um dos principais fatores que contribuem para a expressão da eficiência de controle de inseticidas aplicados via solo^{22,48}. Reduzida umidade no solo diminuiu o período de controle de *Bemisia tabaci* (Gen.) (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Aphis gossypii* L. (Hemiptera: Aphididae) por thiamethoxam em *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae)⁴⁹, apesar da alta solubilidade e pouca adsorção desse produto em partículas do solo⁵⁰. Raízes do cafeeiro Robusta se desenvolvem melhor e se concentram no bulbo úmido irrigado por gotejamento⁵¹, o que permitiria melhor absorção dos inseticidas sistêmicos e isso poderia melhorar a eficiência de controle. A umidade constante mantida no bulbo úmido das raízes do café Robusta nos experimentos desde a aplicação e a uniforme distribuição do thiamethoxam GR em sulcos próximos ao tronco das plantas pode ter favorecido a expressão da maior eficiência dessa formulação.

As formulações comerciais WG de imidacloprid (Premier[®]) e thiamethoxam (Actara 250 WG[®]; Verdadero 600 WG[®]) apresentaram elevada eficiência na redução da população de *P. citri* em café Robusta. A aplicação de inseticidas sistêmicos em drench permite maior facilidade de aplicação e de controle da quantidade de água e de princípio ativo aplicados em cada planta⁴¹. Por outro lado, a formulação WG permite seu uso na irrigação por gotejamento com semelhante eficiência de controle. Isso foi constatado com a aplicação de thiamethoxam WG (500 g i.a.ha⁻¹) em drench e na irrigação por gotejamento no cafeeiro Arábica com período de proteção superior a 130 dias contra *L. coffeella*⁴⁷. Entretanto, deve-se estar atento à disponibilidade de água para aplicação de produtos via solo em lavouras não irrigadas de café Robusta. Nessa situação o desenvolvimento e atividade das raízes podem ser afetados, com consequente redução e retardamento na absorção dos inseticidas sistêmicos, como observado em plantações de uva⁴¹. Assim, a escassez de água pode reduzir a eficiência de neonicotinoídes no controle da população de *P. citri*, com consequente dano à produtividade do cafeeiro.

O parcelamento das doses de thiamethoxam aplicadas via solo apresentaram redução da população de *P. citri* semelhante à aplicação da dose única em julho ou setembro. Entretanto, o parcelamento de dose ou múltiplas aplicações desse produto foram mais efetivos que dose única para a redução da população de *D. vitifoliae* e *E. brasiliensis* em videira^{10,41}. O uso de dose única pode reduzir custo de mão-de-obra na produção do café Robusta.

A dispersão de *P. citri* na planta de café Robusta apresentou comportamento diferenciado em diferentes níveis de pressão de infestação. Ninfas e adultos de *P. citri* são móveis podem se deslocar das raízes para a parte aérea das plantas no final do inverno/início da primavera com as primeiras chuvas ou irrigações usadas para induzir o florescimento do cafeeiro Robusta¹⁷. Maior dispersão foi relacionada com aumento da pressão de infestação e épocas mais tardias de aplicação. A dispersão de *P. citri* foi dependente da pressão de infestação dos experimentos e o eficiente controle obtido na menor pressão de infestação (experimento 2) impediu sua dispersão na planta de café Robusta. A dispersão de *P. citri* foi influenciada pelos inseticidas e pela época de aplicação no nível intermediário de infestação (experimento 3). Nessa situação, o imidacloprid (1.050 g i.a./ha) aplicado em setembro permitiu que *P. citri* se dispersasse e infestasse cerca de 13% das rosetas do cafeeiro, apesar da elevada redução de sua população (≈99%). A antecipação na aplicação de thiamethoxam e imidacloprid em

julho permitiu redução na dispersão e seu efeito de contato³ pode ter contribuído para o controle das cochonilha ainda no solo. A predominância de localização do thiamethoxam na casca do café em relação aos grãos⁵² auxilia no controle das ninfas e adultos de primeira geração nas rosetas, auxiliando na obtenção das baixas populações e dispersão constatadas nos experimentos. Esse princípio ativo é eficientemente transportado pelo xilema às folhas e pelo xilema e floema para os frutos e raízes^{53,54}. Isso proporcionou eficiente redução da população da cochonilha (>94%) em alta pressão de infestação natural (experimento 1), apesar da dispersão da cochonilha para até 25% das rosetas. A aplicação tardia em relação às primeiras movimentações da cochonilha interferiu na sua dispersão na planta, provavelmente devido à sua multiplicação e dispersões secundárias.

Controle de *P. citri* em café Robusta foi obtido até 180 dias da aplicação realizada em julho. Alta eficiência de inseticidas sistêmicos na redução de populações de insetos é influenciada pela sua distribuição na planta e thiamethoxam tem grande uniformidade nas folhas em diferentes alturas do cafeeiro. Devido a essa característica, efetivo controle de *L. coffeella* pôde ser obtido até 150-180 dias após sua aplicação⁵⁵, apesar de sua degradação ocorrer no máximo com um ano de sua aplicação e não acumulação no solo⁵⁶. Ainda, aplicação de solo pode prover longo efeito residual de controle, reduzir a dependência de aplicações foliares e agir sobre outras pragas do café Robusta. Isso foi observado em cultura de uva, onde esse tipo de aplicação controlou diversas pragas, com benefícios de não expor a entomofauna benéfica e trabalhadores à contaminação⁵⁷.

Todas as produções atingidas nos experimentos sempre foram superiores à produtividade média brasileira (1.451 kg.ha⁻¹) para o café Robusta¹². Produtividade até três vezes (4.425 kg.ha⁻¹) superior à média brasileira foi obtida com controle de *P. citri* e isso mostra a importância dessa praga para o café Robusta brasileiro. A produtividade não foi reduzida quando o nível de infestação das rosetas foi de 15%. Entretanto, dano de ≈31% foi relacionado com 38% de rosetas infestadas e 90% de rosetas infestadas provocou perda de ≈61% na produtividade. Significativa redução (58%) também foi constatada na produtividade de café Arábica pelo desfolhamento causado por *L. coffeella*⁵⁸.

Existem evidências que neonicotinoides promovem maior vigor e exercem função de regulador de crescimento com alteração do metabolismo das plantas. Isso possibilita o aumento da eficiência do sistema radicular para absorver água e nutrientes,

com reflexos no aumento da produtividade^{3,59,60,61}. Entretanto, esses efeitos não ficaram evidentes nesse trabalho com café Robusta, mas são relatados em café Arábica⁶⁴.

Para a recomendação prática da época de aplicação de imidacloprid e thiamethoxam algumas considerações sobre os efeitos desses inseticidas sistêmicos na população de polinizadores são necessárias. O café Robusta (cv. Conilon) difere do café Arábica e precisa de polinização cruzada devido à autoincompatibilidade tipo gametofítica entre plantas de diferentes clones selecionados para alta produtividade⁶². Neonicotinoides podem atingir o pólen e néctar coletados pelas abelhas⁶⁴ devido à sua uniforme distribuição nas plantas de cafeeiro⁵⁵. Essas substâncias podem contaminar o mel e expor larvas e abelhas operárias à intoxicação por ingestão e isso pode causar mortalidade direta ou intoxicação crônica por acumulação e afetar sua capacidade de se alimentar, bem como a longevidade^{65,66,67}. Efeitos sub-letais também são relatados, como perda de memória (desorientação) e decréscimo na prole⁶⁸. Entretanto, outras rotas de contaminação podem ser o orvalho nas folhas⁶⁹ e o contato direto através da pulverização⁶⁶. Neonicotinoides aplicados via foliar apresentam maior risco de contaminar população de insetos benéficos e seu uso via solo é o de menor impacto^{70,71}. Pesticidas em geral, principalmente neonicotinoides, compõem a lista de causas relacionadas ao aumento da mortalidade e CCD (colony collapse disorder) em abelhas e mamangavas (*Bombus* spp) em todo o mundo^{67,72,73}. Aparentemente o uso desses inseticidas nas condições de campo em que foram conduzidos os experimentos não parece ter afetado a polinização do café Robusta. As produtividades se mantiveram acima da média brasileira¹² e compatíveis com aquelas esperadas para lavouras onde se usa alta tecnologia. Por outro lado, aplicações de imidacloprid e thiamethoxam em julho poderiam apresentar maior acúmulo nas flores e causar impacto na entomofauna benéfica devido à floração do café Robusta ocorrer em setembro. Entretanto, é necessário se determinar a real contribuição de insetos polinizadores para a produtividade do café Robusta. Então, deveremos estudar o impacto de neonicotinoides nessa entomofauna, apesar do uso deles via solo ter sido considerado aquele de menor impacto para insetos benéficos.

Planococcus citri é praga-chave do café Robusta no Brasil e diferentes níveis de infestação foram observados em lavouras em condições de campo. O dano causado por ela em café Robusta é dependente da infestação das lavouras e seu controle pode triplicar a produtividade. Imidacloprid (750 e 1.050 g i.a.ha⁻¹) e thiamethoxam (250, 375, 450 e 500 g i.a.ha⁻¹) foram eficientes para o controle de *P. citri* em café Robusta.

As melhores épocas para aplicação de neonicotinoides via solo são julho/setembro, podendo ser aplicado em dose única, não sendo necessário o parcelamento da dose. Aplicações mais tardias foram eficientes, entretanto permitiram maior dispersão de *P. citri* na planta de café. O fungicida ciproconazole não mostrou interferir na eficiência de thiamethoxam em reduzir a população de *P. citri*. Imidacloprid e thiamethoxam são opções para controle de *P. citri* e podem ser empregados em programa de manejo integrado de pragas em café Robusta (cv. Conilon). É necessário determinar a influência de polinizadores na produtividade do café Robusta e a ação das épocas de aplicação na fauna benéfica associada. Deve-se ter atenção com a redução da eficiência de neonicotinoides aplicados via solo para controle de *P. citri* em lavouras não irrigadas, principalmente em períodos de escassez de chuva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado do Espírito Santo (FAPES) pela concessão da bolsa de doutoramento (Processo nº 59732326; Termo de Outorga nº: 016/2012), a Admar Bautz, Incaper, a Wander Ramos Gomes e Alysson Scalfoni, Coabriel pelo auxílio na condução dos experimentos e a Rogério Carvalho Guarçoni pelo auxílio no delineamento experimental e análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

01. Jeschke P, Nauen R, Schindler M and Elbert A, Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *J Agric Food Chem* **59**: 2897-2908 (2011).
02. Abbink J, The biochemistry of imidacloprid. *Pflanz Nacher Bayer* **44**: 183-194 (1991).
03. Maienfisch P, Angst M, Brandl F, Fischer W, Hofer D, Kayser H, Kobel W, Rindlisbacher A, Senn R, Steinemann A and Widmer H, Chemistry and biology of thiamethoxam: A second generation neonicotinoid. *Pest Manag Sci* **57**:906-913 (2001).
04. Tomizawa M and Casida JE, Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors. *Annu Rev Entomol* **48**: 339-364 (2003).
05. Tomizawa M and Casida JE, Neonicotinoid insecticide toxicology: Mechanisms of selective action. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* **45**:247-268 (2005).

06. Jeschke P and Nauen R, Neonicotinoids-from zero to hero in insecticide chemistry, *Pest Manag Sci* **64**: 1084-1098 (2008).
07. Fischer D and Moriarty T, *Pesticide risk assessment for pollinators: Summary of a SETAC Pellston workshop-2011*. https://c.ymcdn.com/sites/www.setac.org/resource/resmgr/publications_and_resources/executivesummarypollinators_.pdf. [acessado02 Janeiro 2016]
08. Elbert A, Haas M, Springer B, Thielert W and Nauen R, Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. *Pest Manag Sci* **64**: 1099–1105 (2008).
09. Nauen R, Ebbinghaus-Kintscher UL, Salgado V and Kausmann M, Thiamethoxam is a neonicotinoid precursor converted to clothianidin in insects and plants. *Pestic Biochem Physiol* **76**:55–69 (2003).
10. Herbert KS, Hoffmann AA and Powell KS, Assaying the potential benefits of thiamethoxam and imidacloprid for phylloxera suppression and improvements to grapevine vigour. *Crop Prot* **27**: 1229– 1236 (2008).
11. Martins DS, Fornazier MJ, Fanton CJ, Manejo integrado de pragas. *Informe Agropecuário* **34**: 10pp. (2013).
12. IBGE, *Levantamento sistemático da produção agrícola: novembro 2015*. [http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201511.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201511.pdf) [acessado 20 Janeiro 2016]
13. Fornazier MJ, Fanton CJ, Benassi VLMR, Martins DS Pragmas do café Conilon, in *Café Conilon*, ed. by Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG and De Muner LH, Incaper, Vitória, ES, pp. 405-449 (2007)
14. Reis PR, Souza JC, Santa-Cecília LVC, Silva RA and Zacarias MS, Manejo integrado de pragas do cafeeiro, in: *Café arábica: do plantio à colheita*, Vol. 1, ed. by Reis PR and Cunha RL, Epamig, Lavras, MG, pp. 573-688 (2010).
15. Santa-Cecília LVC, Souza B, Souza JC, Prado E, Moino-Junior A, Fornazier MJ and Carvalho GA, Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle, Epamig, Belo Horizonte, MG, 48p. (2007).
16. Fornazier MJ, Perini JL, De Muner LH, Machado VL, Mazzo G, Santa-Cecília LVC, Souza JC, Daun SC, Cochonilha-branca-da-roseta em café conillon (*Coffea arabica*) no Espírito Santo, in *Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 26, MAA/Procafé, Rio de Janeiro, pp. 176-177 (2000).

17. Fornazier MJ, Martins DS, Pratisoli D, Manejo Integrado de Pragas, in: *Café conilon: Do plantio à colheita*, ed. by Fonseca AFA, Sakyama NS and Borém A, Editora UFV, Viçosa, MG, pp. 138-161 (2015).
18. Gallo D, Nakano O, Silveira S, Carvalho R, Baptista G Berti E, Parra JR, Zucchi RA, Alves SB Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JS and Omoto C, Entomologia Agrícola, FEALQ, São Paulo, 920 p. (2002).
19. Oliveira VS, Lima JM, Carvalho RF and Rigitano RLO, Sorção do inseticida tiametoxam em latossolos sob efeito de fosfato e vinhaça. *Quim Nova* **32**:1432-1435 (2009).
20. Dominiak BC, McGill NG and Allsopp PG, Evaluation of 10 insecticides against pink ground pearl *Eumargarodes laingi* Jakubski (Hemiptera: Margarodidae). *Plant Prot Q* **11**: 134-136 (1996).
21. Cowles RS, Montgomery ME and Cheah CASJ, Activity and residues of imidacloprid applied to soil and tree trunks to control hemlock woolly adelgid (Hemiptera: Adelgidae) in forests. *J Econ Entomol* **99**: 1258-1267 (2006).
22. Daane KM, Bentley WJ, Walton VM, Malakar-Kuenen R, Yokota GY, Millar JG, Ingels CA, Weber EA and Gispert C, New controls investigated for vine mealybug. *Calif Agric* **60**: 31–38 (2006).
23. González RH and Volosky C, Desarrollo estacional y estrategias de manejo de chanchitos blancos, *Pseudococcus* spp., (Hemiptera: Pseudococcidae) em pomáceas, uva de mesa y vid vinífera. *Revista Frutícola* **27**: 37-47 (2006).
24. Tubajika KM, Civerolo EL, Puterka GJ, Hashim JM and Luvisi DA, The effects of kaolin, harpin, and imidacloprid on development of Pierce's disease in grape. *Crop Prot* **26**:92-99 (2007).
25. Castillo AAF, Blanco JLM, Acosta GO and Carrillo JL, Control químico de piojo harinoso *Planococcus ficus* Signoret (Homoptera: Pseudococcidae) en vid de mesa. *Agric Tec* **30**: 101-105 (2004).
26. Erazo FHE, Aportes al conocimiento de la biología de la cochinilla harinosa de la vid, evaluación de la eficacia de pesticidas aplicados en primavera para su control y determinación de curvas de degradación en uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) CV. Superior (San Juan-Argentina), Dissertación (Mestrado em Viticultura y Enología), Mendoza, Argentina, 96 p. (2004).

27. Larrain P, Efecto de la quimigación y el pintado com el imidacloprid (Confidor) sobre la población de *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) em vides de mesa. *Agric Tec* **59**: 13-25 (1999).
28. Salas H, Goane L, Casmuz AS, Zapatiel S, Bernal M and Lazcano JM, Control químico de la cochinilla roja australiana (*Aonidiella aurantii* Maskell) con productos sistémicos aplicados al tronco y al suelo en plantaciones jóvenes de limonero. *Rev Ind Agric Tucuman* **87**:39-44 (2010).
29. Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG and De Muner LH, Café Conilon, Incaper, Vitória, 702 pp. (2007b).
30. Prezotti LC, *Sistema de recomendação de calagem e adubação-2014*. <http://www.incaper.es.gov.br/downloads> [acessado 02 Janeiro 2016]
31. Capucho AS, Zambolim L, Duarte HSS and Vaz GRO, Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea arabica* and *C. canephora*. *Plant Pathol* **60**: 1144–1150 (2011).
32. Capucho AS, Zambolim L, Lopes UN and Milagres NS, Chemical control of coffee leaf rust in *Coffea canephora* cv. conilon. *Australas Plant Pathol* **42**: 667–673 (2013).
33. Abbott WS, A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* **18**: 265-267 (1925).
34. Ribeiro Júnior JI and Melo ALP, Guia prático para utilização do SAEG. Editora UFV, Viçosa, MG, 287p. (2009).
35. Banzatto DA and Kronka SN, Experimentação agrícola. FUNEP, Jaboticabal, SP, 237p. (2006).
36. Zagonel J, Reghin MY, Dalla Pria M and Kunz RP, Avaliação de inseticidas no controle de *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae) na cultura da alface. *Hortic Bras* **20**:514-515 (2002).
37. Daane KM, Bentley WJ, Millar JG, Walton VM Cooper ML, Biscay B and Yokota GY, Integrated management of mealybugs in California vineyards, in *International Symposium on Grape Production and Processing*, 06-11 February 2006, Baramati, India, *ISHS Acta Horti* **785**:235–252 (2008).
38. Morandi Filho WJ, Grützmacher AD, Botton M and Bertin A, Controle químico da cochonilha-farinhenta *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em diferentes idades da videira. *Arq Inst Biol* **76**:427-435 (2009).

39. Mansour M, Youssfi GE, Lebdi KG and Rezgui S, Imidacloprid applied through drip irrigation as a new promising alternative to control mealybugs in tunisian vineyards. *J Plant Prot Res* 50:314-319 (2010).
40. Teixeira I, Botton M and Loeck AE, Avaliação de inseticidas visando ao controle de *Eurizhococcus brasiliensis* (Hemiptera: Margarodidae) em novos plantios de videira. *Neotrop Entomol* 31:457-461 (2002).
41. Botton M, Teixeira I, Bavaresco A and Pastori PL, Use of soil insecticides to control the Brazilian ground pearl (Hemiptera: Margarodidae) in vineyards. *Rev Colomb Entomol* 36: 20-24 (2010).
42. Souza JC, Reis PR, Ribeiro JA, Santa-Cecília LVC and Silva R, Controle químico da cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900) em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science* 2:29-37 (2007).
43. Alves VS, Moino Junior A, Santa-Cecilia LVC, Rohde C and Silva MAT, Testes em condições para o controle de *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera, Pseudococcidae) em cafeeiro com nematoides entomopatogênicos do gênero *Heterorhabditis* (Rhabditida, Heterorhabditidae). *Reva Bras Entomol* 53: 139-143 (2009).
44. Carvalho GA, Miranda JC, Moura AP, Rocha LCD, Reis PR and Vilela FZ, Controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) com inseticidas granulados e seus efeitos sobre vespas predadoras e parasitoides. *Arq Inst Biol* 72: 63-72 (2005).
45. Dinardo-Miranda LL and Gil MA, Estimativa do nível de dano econômico de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. *Bragantia* 66: 81-88 (2007).
46. Salas H, Casmuz A, Goane L, Zapatiel S and Lazcano J, Evaluación de diferentes dosis y métodos de aplicación de insecticidas sistémicos para el control del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en plantas de limonero. *Rev Ind Agric Tucuman* 85:1-8 (2008).
47. Souza JC, Reis PR, Rigitano RLO and Ciociola Júnior AI, Eficiência de thiamethoxam no controle do bicho-mineiro do cafeeiro. I - Influência da modalidade de aplicação. *Coffee Science* 1:143-149 (2006a).
48. Byrne FJ and Toscano NC, Uptake and persistence of imidacloprid in grapevines treated by chemigation. *Crop Prot* 25: 831-834 (2006).

49. Torres JB and Silva-Torres CSA, Interação entre inseticidas e umidade do solo no controle do pulgão e da mosca-branca em algodoeiro *Pesqui Agropecu Bras* **43**:949-956. (2008).
50. Carbo L, Martins EL, Dores EFGC, Spadotto CA, Weber OLS and Lamônica-Freire EM, Acetamiprid, carbendazim, diuron and thiamethoxam sorption in two Brazilian tropical soils. *J Environ Sci Health, Part B* **42**: 499-507 (2007).
51. Covre AM, Partelli FL, Gontijo I and Zucoloto M, Distribuição do sistema radicular de cafeeiro conilon irrigado e não irrigado *Pesqui Agropecu Bras* **50**:1006-1016 (2015).
52. Torres FZV, Rigitano, RLO and Torres LC, Ocorrência de tiametoxam em folhas e frutos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após aplicação na modalidade de esguicho no solo. *Coffee Science* **5**:148-153 (2010).
53. Rigitano RLO, Torres FZV and Bastos ARR, Translocação do inseticida thiamethoxam em plantas de mamona (*Ricinus communis* L.), utilizadas como plantas modelo, in *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 21, Sociedade Entomológica do Brasil, Recife, CD-ROM (2006).
54. Torres FZV and Rigitano RLO, Traslocación del insecticida thiamethoxam en plantas de ricino (*Ricinus communis* L.), utilizadas como plantas-modelo, in *Congreso Nacional de Entomología*, 29, Sociedad Chilena de Entomología, Santiago, CD-ROM (2007).
55. Díez-Rodríguez GI, Baptista GC, Trevizan, LRP, Haddad ML and DORI E. Nava DE, Resíduos de Tiametoxam, Aldicarbe e de seus Metabólitos em folhas de cafeeiro e efeito no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Neotrop Entomol* **35**:257-263 (2006).
56. Hilton MJ, Jarvis TD and Ricketts DC, The degradation rate of thiamethoxam in European field studies. *Pest Manag Sci* **72**: 388–397 (2016).
57. Timmeren SV, Wise JC and Isaacs R, Soil application of neonicotinoid insecticides for control of insect pests in wine grape vineyards. *Pest Manag Sci* **68**: 537–542 (2012).
58. Souza JC, Reis PR, Rigitano RLO and Ciociola Júnior AI, Eficiência de thiamethoxam no controle do bicho-mineiro do cafeeiro. II - Influência da época de aplicação via irrigação por gotejamento. *Coffee Science* **1**:150-155 (2006b).

59. Martins RG, Martins MBG, Silva JM, Pereira MA, Appezzato-da-Glória B and Castro PRC Thiamethoxam on the histological characteristics of sugarcane young roots. *Cienc Rural* **42**:1936-1940 (2012).
60. Castro PRC and Pereira MA, Bioativadores na agricultura, in *Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira*, ed. by Gazzoni DL. Vozes, São Paulo, SP, pp.118-125 (2008).
61. Macedo, WR and Castro PRC, Thiamethoxam: Molecule moderator of growth, metabolism and production of spring wheat. *Pestic Biochem Physiol* **100**:299–304 (2011).
62. Ferrão RG, Ferrão MAG, Fonseca AFA and Pacova BEV, Melhoramento genético de *Coffea canephora*, in *Café Conilon*, ed. by Ferrão RG, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG and De Muner LH, Incaper, Vitória, ES, pp 121-173 (2007a).
63. Becker C, Dutra M, Aramaki PH and Resende F, Thiamethoxam: Enhancing coffee crop in Brazil, in *Crop enhancement: Releasing plant potential, vigor, yield and quality*, ed. By Aramaki PH, Silva AJ and Castro PRC. Syngenta: São Paulo, SP, pp. 165-192 (2014).
64. Blacquièrè T, Smagghe G, Van Gestel CA and Mommaerts V, Neonicotinoids and bees: a review on concentration, side effects and risk assessment. *Ecotoxicology* **21**: 973-992 (2012).
65. Cresswell JE, Robert FXL, Florancea H and Smirnoffa N, Clearance of ingested neonicotinoid pesticide (imidacloprid) in honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus terrestris*). *Pest Manag Sci* **70**: 332–337 (2014).
66. Fairbrother A, Purdy J, Anderson T and Fell R, Risks of the neonicotinoid insecticides to honeybees. *Environ Toxicol Chem* **33**: 719-731 (2014).
67. Sanchez-Bayo F and Goka K, Pesticide residues and bees - a risk assessment. *PLoS ONE* **9**:e94482. doi:10.1371/journal.pone.0094482 (2014).
68. Van der Sluijs JP, Simon-Delso N, Goulson D, Maxim L, Bonmatin JM and Belzunces LP, Neonicotinoids, bee disorders, and the sustainability of pollinator services. *Curr Opin Environ Sustain* **5**:293-305 (2013).
69. Girolami V, Mazzon L, Squartini A, Mori N, Marzaro M, Bernardo AD and Tapparo A, Translocation of neonicotinoids insecticides from coated seeds to seedlings guttation drops: a novel way to intoxication for bees. *J Econ Entomol* **102**: 1808-1815 (2009).

70. Dively GP and Kamel A, Insecticide residues in pollen and nectar of a cucurbit crop and their potential exposure to pollinators. *J Agric Food Chem* **60**: 4449- 4456 (2012).
71. Roubos CR, Rodriguez-Saona C and Isaacs R, Mitigating the effects of insecticides arthropod biological control at field and landscap. *Biol Control* **75**: 28-38 (2014).
72. Pettis JS, Johnson J and Dively G, Pesticide exposure in honey bee results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften* **99**:153-158 (2012).
73. Pettis JS, Lichtenberg EM, Andree M, Stitzinger J, Rose R and van Engelsdorp D, Crop Pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. *PLoS ONE* **8**: e70182. doi:10.1371/journal.pone.0070182 (2013).

Tabela 1. Tratamentos do experimento 1 (Trt), ingredientes ativos (I. A.), formulações (Form), doses (Dose, g i.a.ha⁻¹), épocas de aplicação (Mês) e médias da percentagem de rosetas infestadas por *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) (% RI), percentagem de *P. citri* vivas (% CcV), número de rosetas com grãos viáveis (N ROS), peso de grãos das rosetas viáveis (P GR, g), produção (Prod, g.pl⁻¹), dano (%D) e acréscimo de produção dos tratamentos com inseticida em relação ao tratamento sem inseticida ($\Delta\%$)

Trt / I. A.	Form	Dose	Mês	% CcV	%E ₁ ³	% RI	%E ₂ ⁴	N ROS	N GR	P GR	Prod	%D	$\Delta\%$	
T1	-	-	-	95,94	-	93,08	-	103,31	414,86	206,33	473,40	-	-	
T2	Imidac ¹	700 WG	700	set	2,94	96,94	15,46	83,39	129,78	1013,94	534,03	1261,80	62,48	166,54
T3	Imidac ²	700 WG	1050	set	0,84	99,12	14,50	84,42	126,28	1006,97	519,23	1281,60	63,06	170,72
T4	Thiam	250 WG	250	set	4,77	95,03	22,40	75,93	118,33	706,14	359,33	1029,60	54,02	117,49
T5	Thiam	250 WG	375	set	3,26	96,60	21,53	76,87	132,12	954,89	465,13	1186,20	60,10	150,57
T6	Imidac	700 WG	700	nov	7,30	92,39	24,77	73,39	129,33	1031,10	522,13	1229,40	61,49	159,70
T7	Imidac	700 WG	1050	nov	5,85	93,90	12,47	86,61	136,51	1378,19	655,50	1270,80	62,75	168,44
T8	Thiam	250 WG	250	nov	3,43	96,31	24,82	73,33	134,57	1224,77	690,93	1327,40	64,34	180,40
T9	Thiam	250 WG	375	nov	4,69	95,11	21,49	76,91	112,93	693,55	385,40	1279,80	63,01	170,34

¹Imidac= Imidacloprid; ²Thiam=Thiamethoxam; ³%E₁=eficiência de controle baseada na % RI; ⁴%E₂=eficiência de controle baseada na %CcV.

Tabela 2. Tratamentos do experimento 2 (Trt), ingrediente ativo (I. A.), formulações (Form), doses (Dose, g i.a.ha⁻¹), épocas de aplicação (Mês) e médias das percentagem de rosetas infestadas por *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) (% RI), percentagem de *P. citri* vivas (% CcV), número de rosetas com grãos viáveis (N ROS), peso de grãos das rosetas viáveis (P GR, g), produção (Prod, g.pl⁻¹), dano (%D) e acréscimo de produção dos tratamentos com inseticida em relação ao tratamento sem inseticida ($\Delta\%$)

	Trt / I. A.	Form	Dose	Mês	Dose	Mês	% CcV	%E ₁ ²	% RI	%E ₂ ³	Prod	% D	$\Delta\%$
T1	Sem inseticida	-	-	-	-	-	89,07	-	15,44	-	948,65	-	-
T2	Thiam ¹	10 GR	250	Jul	250	Dez	0,0	100,00	0,0	100,00	1128,50	15,94	18,96
T3	Thiam	10 GR	250	Set	250	Jan	3,93	95,59	1,32	91,45	994,55	4,62	4,84
T4	Thiam	250 WG	500	Jul	-	-	0,40	99,55	0,15	99,03	1150,95	17,58	21,33
T5	Thiam	10 GR	500	Jul	-	-	0,0	100,00	0,0	100,00	1102,75	13,97	16,24
T6	Thiam	250 WG	500	Set	-	-	6,12	93,13	3,72	75,91	1024,80	7,43	8,03
T7	Thiam	10 GR	500	Set	-	-	0,0	100,00	0,0	100,00	1102,95	13,99	16,27

¹ Thiam=Thiamethoxam; ²%E₁=eficiência de controle baseada na % RI; ³%E₂=eficiência de controle baseada na % CcV.

Tabela 3. Tratamentos do experimento 3 (Trt), ingredientes ativos (I. A.), formulações (Form.), doses (Dose, g i.a.ha⁻¹), épocas de aplicação (Mês) e médias das percentagem de rosetas infestadas por *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) (% RI), percentagem de *P. citri* vivas (% CcV), produção (Prod, g.pl⁻¹) e acréscimo de produção dos tratamentos com inseticida em relação ao tratamento sem inseticida ($\Delta\%$)

Trt / I. A.	Form	Dose	Mês	% CcV	%E ₁ ¹	% RI	%E ₂ ²	Prod	%D	$\Delta\%$
T1 / Sem inseticida	-	-	-	87,03	-	37,84	-	606,63	-	-
T2 / Thiam ³ + Ciprocon ⁴	300 WG	450 + 450	Jul	0,53	99,39	2,12	94,40	973,80	37,70	60,53
T3 / Thiam + Ciprocon	300 WG	450 + 450	Set	2,81	96,77	9,03	76,14	861,50	29,58	41,93
T4 / Imidac ⁵	700 WG	1050	Jul	3,86	95,56	5,01	86,76	935,80	35,18	54,26
T5 / Imidac	700 WG	1050	Set	0,90	98,97	12,66	66,54	789,70	23,18	30,18

¹%E₁=eficiência de controle baseada na % RI; ²%E₂=eficiência de controle baseada na %CcV; ³Thiam=Thiamethoxam; ⁴Ciprocon=Ciproconazole; ⁵Imidac= Imidacloprid.

Tabela 4. Análise de variância do experimento 1 com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos em contrastes ortogonais (C_1 - C_8) da percentagem de rosetas infestadas por *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) (% RI), percentagem de *P. citri* vivas (% CcV), número de rosetas com grãos viáveis (N ROS), peso de grãos das rosetas viáveis (P GR) e produção (Prod)

Fator de Variação	GL ¹	QM ²					
		% CcV	% RI	N ROS	N GR	P GR	Prod
Blocos	2	0,00773376	0,01547127	0,3274117	5,603526	3200,625	139331,3
Tratamentos	8						
C ₁	1	3,6463400**	1,91609 **	3,354236**	327,6168**	256480,3**	1539963,0**
C ₂	1	0,0246938**	0,00498 ns	0,02964305 ^{ns}	33,96295 ^{ns}	53081,82 ^{ns}	45466,22 ^{ns}
C ₃	1	0,01417286*	0,02453052 ^{ns}	0,04974857 ^{ns}	27,91419 ^{ns}	39262,08 ^{ns}	80491,32 ^{ns}
C ₄	1	0,00959512 ^{ns}	0,01109117 ^{ns}	0,5155036 ^{ns}	46,83848*	7696,267 ^{ns}	8586,750 ^{ns}
C ₅	1	0,00964930 ^{ns}	0,00027309 ^{ns}	0,03584654 ^{ns}	0,01803965 ^{ns}	328,56 ^{ns}	588,06 ^{ns}
C ₆	1	0,00223834 ^{ns}	0,00016437 ^{ns}	0,5703790 ^{ns}	28,09898 ^{ns}	16790,46 ^{ns}	36785,34 ^{ns}
C ₇	1	0,00128450 ^{ns}	0,03840341 ^{ns}	0,1455055 ^{ns}	37,69879 ^{ns}	26680,00 ^{ns}	2570,94 ^{ns}
C ₈	1	0,00154060 ^{ns}	0,00234298 ^{ns}	1,421980*	112,532**	140025,9**	3398,64 ^{ns}
Resíduo	16	0,002397002	0,009236555	0,2403615	8,536170	13791,80	45091,57
Média ³		0,32847	0,55117	11,16107	30,22051	482,00	1148,89
CV (%)		14,91	17,44	4,39	9,67	24,36	18,48

(*) e (***) – Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ¹GL=graus de liberdade; ²QM=quadrado médio; ³Média=média da característica analisada.

Tabela 5. Contrastes das variáveis percentagem de rosetas infestadas (% RI), percentagem de cochonilhas vivas (% CcV) e produção (Prod) do experimento 2

Contrastes	% CcV	% RI	Prod
C_9	6,890329 *	2,076032 *	-812,575 ^{ns}
C_{10}	0,31293 *	0,232184 *	-29,975 ^{ns}
C_{11}	-0,187010 ^{ns}	-0,155730 ^{ns}	125,925 ^{ns}
C_{12}	0,00000 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	25,750 ^{ns}
C_{13}	0,199670 *	0,114960 ^{ns}	-108,400 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scheffé; ^{ns} Não significativo.

Tabela 6. Análise de variância do experimento 3 com o desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos em contrastes ortogonais ($C_1 - C_4$) para as características percentagem de rosetas infestadas por *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) (% RI), percentagem de *P. citri* vivas (% CcV) e produção (Prod)

Fator de Variação	GL ¹	QM ²		
		% CcV	% RI	Prod
Blocos	3	0,023594270	0,010873420	35594,42
(Tratamentos)	4			
C_{14}	1	3,65582600**	0,51804830**	257327,30**
C_{15}	1	0,002628964 ^{ns}	0,01909413 *	12056,04 ^{ns}
C_{16}	1	0,018268490 ^{ns}	0,05058620**	25222,58 ^{ns}
C_{17}	1	0,021133810 ^{ns}	0,03808226**	42690,42 *
Resíduo	12	0,006321372	0,003998466	8497,82
Média ³		0,34720 (11,58%)	0,3407 (11,16%)	833,49
CV (%)		22,90	18,56	11,06

(*) e (**) – Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade;

³Média=média da característica analisada.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Planococcus citri é praga presente e adaptada à cafeicultura brasileira, dominante em café Robusta (cv. Conilon), disseminada na principal região brasileira produtora e pode causar altos danos à produtividade.

Frutos de café Robusta (cv. Conilon) são hospedeiro ideal para desenvolvimento de altas populações de *P. citri* que ocorre durante todo o período de floração e desenvolvimento dos frutos (primavera-verão) e causa queda de flores e frutos novos e chochamento de frutos desenvolvidos até próximo do período da maturação, quando ela se movimenta para se refugiar nas raízes.

Raízes de *Bidens pilosa* e *Cucurbita maxima* são hospedeiros alternativos preferenciais de *P. citri*. No manejo cultural deve-se evitar plantio de abóboras, principalmente, na formação das lavouras e eliminar plantas daninhas potencialmente hospedeiras dessa cochonilha.

Planococcus citri foi predominante em regiões de altitudes inferiores a 200 m snm, isoterma 24-26°C e precipitação entre 1.000-1.200 mm.

A adaptação de *Planococcus citri* ao café Robusta no Brasil, associada às condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento nas diferentes regiões de cultivo, os baixos níveis populacionais de inimigos naturais observados e o intensivo uso de fertilizantes nitrogenados para obtenção de altas produtividades proporcionaram seu status de praga-chave e são fatores predisponentes a surtos incontroláveis e significativos danos.

Infestações antecipadas, principalmente, em flores e frutos novos estão associados aos maiores danos.

Alta infestação de *Planococcus citri* pode reduzir até 64% na produtividade do café Robusta em condições de campo, se não controlada.

Duas pulverizações foliares realizadas no tempo adequado são eficientes para controle de *P. citri*, reduzem a infestação natural de cochonilhas vivas, de rosetas infestadas e proporcionam incremento na produtividade.

Neonicotinoides são eficientes para controle de *P. citri* em café Robusta. As melhores épocas para aplicação desses produtos via solo são julho a setembro, podendo ser aplicados em dose única, sem parcelamento da dose. Aplicações mais tardias são eficientes, entretanto permitem maior dispersão de *P. citri* na planta de café.

Imidacloprid e thiamethoxam são opções para controle de *P. citri* e o fungicida ciproconazole não interfere na eficiência de controle dessa cochonilha por thiamethoxam. Nicotinoides podem ser empregados em programa de manejo integrado de pragas em café Robusta (cv. Conilon).

Ninfas e fêmeas adultas de *P. citri* devem ser monitoradas desde a floração (início de setembro) do café Robusta para detectar sua movimentação das raízes para as rosetas e possibilitar adoção de medidas de controle.

Focos de *P. citri* devem ser monitorados nas diversas regiões brasileiras produtoras de café Robusta para constatar início de surtos populacionais e evitar disseminação e dano em outras regiões produtoras desse café.

Locais de refúgio de *P. citri* no inverno, métodos culturais, controle biológico, métodos químicos menos agressivos ao meio ambiente, mais seguros para aplicação e poupadores de mão-de-obra, bem como a ação das épocas de aplicação de neonicotinoides na fauna benéfica associada ao café Robusta devem ser priorizadas em futuros estudos visando o manejo integrado dessa praga.