



PEDRO OTÁVIO MAIA GARCIA

**HIMENÓPTEROS PARASITOIDES EM CAFEEIROS
SOMBREADOS E A PLENO SOL**

LAVRAS - MG

2019

PEDRO OTÁVIO MAIA GARCIA

HIMENÓPTEROS PARASITOIDES EM CAFEIROS SOMBREADOS E A PLENO SOL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira

LAVRAS - MG

2019

À Mãe Natureza, que em sua infinita sabedoria e benevolência permitiu que nossa espécie fosse criada, e da mesma forma saberá extingui-la, quando for o tempo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, aos santos, budas e aos orixás, que sempre olham por mim, nunca me deixando cair, ainda que eu mereça ou me jogue no chão.

Aos meus pais, por me criarem e me darem condições não apenas financeiras, mas intelectuais, morais e emocionais para chegar até aqui.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) e em especial ao Departamento de Entomologia (DEN) pela oportunidade de aprender e trabalhar.

Ao meu orientador Dr. Luís Cláudio Paterno pela paciência, pela ajuda e por liberar o *Spotify* para nós.

Ao Vitor Tomazella e demais colegas de laboratório pela ajuda, pelas dicas, e pela amizade.

Aos professores que tive, não só na Universidade, mas desde sempre.

Aos amigos que fiz ao longo da jornada universitária, por tornarem a caminhada um pouco mais suave.

Aos amigos de fora da Universidade e ao meu irmão, por sempre estarem lá.

Aos inimigos que fiz, por me lembrarem de quem eu sou e de quem não quero ser.

Ao Globo Rural e à minha madrinha Edna, por despertarem meu interesse pela vida no campo.

A sociedade brasileira, por financiar meus estudos e o de milhares de jovens, mesmo sem ainda ter consciência do valor disso.

“The beauty of a living thing is not the atoms that go into it, but the way those atoms are put together.”

Carl Sagan

RESUMO

A cultura do café é muito importante para Brasil, sendo este o maior produtor mundial, e tendo o Sul do estado de Minas Gerais como maior produtor nacional. Apesar de ser uma planta de sub-bosque em seu habitat de origem e, portanto, adaptada à meia sombra, a produção brasileira é tipicamente conduzida a pleno sol, ao contrário do que acontece em diversos países. Porém, o sombreamento de cafezais traz diversos benefícios à cultura como, por exemplo, criar um ambiente ideal para inimigos naturais das diversas pragas que ocorrem na cultura. No entanto, a dinâmica das populações de inimigos naturais em cafezais sombreados ainda não é bem conhecida. Esse projeto teve como objetivo realizar o levantamento dos himenópteros parasitoides em café sombreado no sul de Minas Gerais, comparado ao cultivo em pleno sol. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Bela Vista, município de Perdões, MG, em uma lavoura de oito hectares de café, entre sombreado e a pleno sol. Foram coletados insetos por meio de armadilhas tipo *pantrap* amarelas, que ficaram ativas no campo por um período de 48 horas por semana, por seis semanas. Os insetos coletados foram armazenados em potes plásticos em álcool 75% e levados ao Laboratório de Controle Biológico Conservativo da Universidade Federal de Lavras para serem feitas a triagem e as identificações. Após, foram determinadas a curva de rarefação de Coleman, a curva de abundância acumulada de indivíduos e os índices de riqueza (S), abundância, diversidade (H') e similaridade (Bray-Curtis). Estas análises permitiram concluir que existe diferença significativa entre os tratamentos, sendo que tanto a abundância quanto a riqueza de morfoespécies de parasitoides encontradas no café à sombra foram maiores. A similaridade entre os tratamentos foi baixa, em torno de 8%, indicando que a existência de sombra altera grandemente a comunidade de himenópteros parasitoides em sistemas cafeeiros, comparado ao pleno sol. É necessário, no entanto, realizar outras coletas para se obter maior precisão acerca do efeito do sombreamento no incremento e diversificação da população de parasitoides nos cafezais, bem como seu real impacto no controle biológico das pragas do cafeeiro.

Palavras Chave: Insetos benéficos; Himenoptera parasítica; Sistemas cafeeiros.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 O Cafeeiro e Sua Importância Econômica no Brasil	8
2.2 Principais Pragas e Inimigos Naturais em Cafezais	10
2.3 O Sombreamento do Cafeeiro e o Controle Biológico Conservativo	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Local do Experimento e Coleta de Insetos	15
3.2 Análise de dados	16
4 RESULTADOS	18
5 DISCUSSÃO	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

O café é o segundo maior produto de exportação de Minas Gerais, estado este que é o maior produtor nacional do grão. Estando diretamente associada à imagem de Minas, o café possui grande importância histórica, sociocultural e econômica. Entretanto, embora seja uma planta que em seu centro de origem ocorre no subbosque, estando, portanto, adaptado à sombra e a convivência com as árvores, o cafeeiro vem desde muito tempo sendo cultivado no Brasil em sistema de monocultivo e à pleno sol, diferente de países como Timor Leste, Etiópia, México, etc. Esta falta de diversificação resulta em um ambiente mais propício ao desenvolvimento de certas doenças, bem como a proliferação de pragas chave, como o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) (Guérin-Mèneville, 1842) e a broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867).

O controle destas pragas passa, seja em cultivo convencional ou nas diferentes formas e graus de cultivo agroecológico, pelos inimigos naturais. Estes insetos, que podem ser predadores ou parasitóides, estão naturalmente presentes no ambiente, e se alimentam dos insetos-praga em diferentes fases de seu desenvolvimento. O Controle Biológico Conservativo é uma alternativa barata e eficaz de prática agrícola, que utiliza o manejo da vegetação no entorno e/ou dentro dos cafezais para a atração e manutenção dos inimigos naturais. Esta vegetação, que pode conter espécies nativas e/ou exóticas, dos mais variados portes (arbóreas, arbustivas, herbáceas, etc.) fornecem importantes componentes para o microhabitat dos inimigos naturais, como sombra, abrigo, alimento alternativo, pólen e néctar, aumentando sua eficiência na regulação de importantes pragas. Neste trabalho, buscou-se estudar o efeito de um componente específico desta interação, que é a presença de sombra, e sua influência sobre a comunidade de himenópteros parasitoides.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Cafeeiro e Sua Importância Econômica no Brasil

O Café pertence ao gênero *Coffea* L. (Rubiacea), possuindo centenas de espécies. Porém, apenas duas possuem atualmente importância econômica, *C. arabica* L. e *C. canephora* Pierre, sendo que *C. arabica* é a mais cultivada, contribuindo com cerca de 62% da produção mundial (MATIELLO, 2010). No Brasil, esta espécie também representa a maior parte da produção, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor brasileiro (CONAB, 2018).

Trata-se de uma planta arbustiva, perene, tropical de altitude, adaptada a climas úmidos com temperaturas amenas, podendo permanecer em campo por mais de 25 anos. Seu centro de origem está na Etiópia, tendo sido trazido ao Brasil no início do século XVIII por intermédio do Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta, chegando inicialmente no estado em que hoje é o Pará. Inicialmente produto de uso doméstico, começou a ser exportado no final do século XVIII, tendo altas e baixas no mercado devido a fatores como a geada de 1870 e a queda da bolsa de valores de 1929 (MARTINS, 2008).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador de café, tendo exportado quase 35 milhões de sacas em 2018, com uma receita de quase 19 bilhões de reais em 2018 (CONAB, 2018). Nas últimas três décadas, o café obteve uma produção média anual de 24,3 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, gerando milhões de empregos diretos e indiretos. Cerca de 70% dos cafeicultores são classificados como pequenos produtores, possuindo no máximo 20 hectares de área de café, responsáveis por 70-80% da renda bruta total desses imóveis (MATIELLO, 2010).

A produtividade da cultura está intimamente relacionada com o regime pluviométrico das regiões produtoras e diversos fatores bióticos, dentre os quais podemos citar os insetos praga, que causam enormes prejuízos à cultura (REIS; SOUZA, 2002). É importante reconhecer que, no sistema convencional de produção, onde há uma fragmentação de ecossistemas naturais para implantação de monoculturas, resulta na perda de importantes habitats para a conservação da biodiversidade (ALTIER, 2003; DIAS, 2008), e estes modelos agrícolas de produção tem alto impacto sobre diversos recursos naturais, entre eles a regulação de populações de artrópodes pragas (TSCHARNTKE, 2005).

As terras no Brasil ocupadas com cafeicultura ocupam uma área de mais de dois milhões de hectares cultivados, gerando uma produção de 51,37 milhões de sacas beneficiadas na safra de 2016, representando um crescimento de 18,8% referente ao ano anterior. O estado de Minas Gerais contribuiu com 30,7 milhões de sacas, ou seja, mais de 50% da produção nacional (CONAB, 2016b). A área ocupada pela monocultura do café no estado de Minas Gerais é de mais de um milhão de hectares, sendo que mais da metade se encontra na região sul e centro oeste do Estado. O segundo produto da pauta de exportações de Minas Gerais é o café, e no Sul de Minas, este produto corresponde a 70% da renda das propriedades rurais (EPAMIG, 2005).

O café é responsável por significativa geração de divisas para o país, a preços normais rendendo, na exportação, cerca de 3 bilhões de dólares por ano. No campo o café gera maiores benefícios, ocupando mais de 300 mil propriedades (70% pequenas) distribuídas em 11 estados, onde o café constitui a principal fonte de renda. Exigente em mão de obra, os cafezais empregam direta ou indiretamente, quase 3 milhões de pessoas (MATIELLO, 2010).

2.2 Principais Pragas e Inimigos Naturais em Cafezais

Na cafeicultura, uma enorme quantidade de espécies de insetos fitófagos podem alcançar o *status* de praga. Duas se destacam como pragas primárias: o bicho mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e a broca-do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), que causam grandes prejuízos à cafeicultura em virtude dos danos que provocam (REIS, 2002; SILVA, 2014). O bicho mineiro é uma pequena mariposa esbranquiçada de hábitos noturnos, cujas lagartas causam danos no parênquima foliar. A broca do café é um besouro diminuto, preto brilhante, que penetra nos frutos e suas larvas destroem parcialmente ou totalmente as sementes (REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

Entretanto, muitos outros insetos podem causar grandes danos à cultura como, por exemplo, a lagarta-dos-cafezais *Eacles imperialis magnifica* Walker, 1856 (Lepidoptera: Saturniidae), uma mariposa amarela com numerosos pontos escuros nas asas, cortadas por duas faixas de cor violácea escura. Suas lagartas podem causar grandes danos por desfolha nos cafezais quando o ambiente estiver em grande desequilíbrio (TREVISAN, 2001; TREVISAN; COSTA; AVILÉS, 2004).

Moscas das frutas também atacam o cafeeiro de modo severo, podendo causar prejuízos econômicos por provocar a queda prematura de frutos e perda da qualidade da bebida. As espécies mais encontradas em cafezais são *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830), *Anastrepha sororcula* (Zucchi, 1979), *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Tephritidae) e *Neosilba pendula* Bezzi, 1919 (Lonchaeidae). Entretanto, a *C. capitata* é a que causa maiores danos em cafezais (RAGA, 2002; TORRES, 2004; AGUIAR-MENDEZ, 2007).

Outro Diptera que pode chegar a causar danos significativos é a mosca das raízes *Chiromyza vittata* Wiedmann, 1820 (Diptera: Stratiomyidae), cujas larvas devoram radículas e perfuram raízes maiores, podendo levar a planta à morte (D'ANTÔNIO, 1991; SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

O cafeeiro também pode ser atacado por uma grande quantidade de espécies de cigarras (Hemiptera: Cicadidae), como por exemplo a *Quesada gigas* (Oliv., 1790), que é a espécie que mais causa danos. Mas também *Dorisiana drewseni* (Stal., 1854), *D. viridis* (Oliv., 1790), *Fidicinoides pronoe* (Walker, 1850), *Carineta fasciculata* (Germar, 1830) *C. spoliata* (Walker, 1958) e *C. matura* (Distant, 1892) podem causar grandes danos. Suas ninfas sugam a seiva das raízes das plantas de café, podendo levar à morte (SOUZA, 2004).

Apesar de causarem danos esporadicamente, as cochonilhas farinhentas (Pseudococcidae e Rhizoecidae) podem ocasionar grandes perdas na lavoura, como derrubamento de frutos, diminuição do fluxo de seiva, morte da roseta e até morte da planta (SOUZA, 2008; SANTA-CECÍLIA; PRADO; PEREIRA, 2013). Podem ocorrer na parte aérea ou subterrânea da planta, dependendo da espécie. São constatadas 15 espécies, sendo 8 encontradas nas raízes e 7 na parte aérea (SANTA-CECÍLIA, 2013)

A dinâmica populacional destas pragas varia em função das regiões de cultivo, devido a fatores bióticos e abióticos que atuam no agroecossistema cafeeiro. Em relação aos fatores bióticos, os inimigos naturais, especialmente predadores e parasitoides, são importantes organismos que contribuem na regulação populacional dessas pragas (REIS; SOUZA, 2002)

Cerca de 26 famílias de parasitoides podem ser encontrados no agroecossistema cafeeiro, com pelo menos oito de importância na manutenção das pragas chave, sendo elas Braconidae, Bethylidae, Chalcididae, Eulophidae, Diapriidae, Figitidae, Monomachidae e Pteromalidae (FERREIRA, 2013; TOMAZELLA, 2016). As espécies *Prorops nasuta* (Waterson, 1923), *Cephalonomia estephanoderis* (Betren, 1961) (Hymenoptera: Bethylidae), ectoparasitoides solitários de larvas e pupas da broca do café são citadas como importantes inimigos naturais (SOUZA, 1998).

O endoparasitoide *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) (La Salle, 1990) e o *Heterospillus coffeicola* (Hymenoptera: Braconidae) (Schimideknecht, 1924), são parasitoides que depositam seus ovos próximos aos ovos da broca para assim que eclodirem serem predados, também são reconhecidos como importantes inimigos naturais (HANSON; GAULD, 2006).

Os parasitoides *Orgilus niger* (Penteado-Dias 1999), *Closterocerus coffeellae* (Ihering, 1914), *Proacrias coffeae* (Ihering, 1914), *Horismenus aeneicollis* (Ashmead, 1904), *Tetrastichus* sp. E *Cirrospilus* sp. (Eulophidae), e os braconídeos *Stiropius letifer* (Mann, 1872), *Eubazus punctatus* (Ratzeburg, 1852) e *Mirax* sp são apontados como importantes parasitoides do bicho mineiro (REIS, 2002; PERIOTO, 2009; MIRANDA, 2009; MARQUES, 2017;). Relatos de Veja e outros (1999) apontam *Polynema* sp. (Hymenoptera: Mymaridae), *Tineobius* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae), *Chelonus* sp., *Bracon* sp. E *Stenobracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae) como potenciais agentes de controle da broca do café em trabalho realizado na Costa do Marfim.

Muitos trabalhos indicam também as espécies de vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) *Protonectarina sylveirae* (De Saussure, 1854) *Protopolybia* sp., *Polybia scutellaris* (White, 1841), *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791), *Brachygastra lecheguana* (Latreille, 1824), *Synoeca surinama cyanea* (Fabricius, 1775), *Polistes* sp., e *Protopolybia exigua* (Saussure, 1854) como importantes inimigos naturais de *L. coffeella* (PARRA, 1977; REIS; SOUZA, 2002), sendo responsáveis por aproximadamente 70% do controle em lavouras de café (REIS, 2002; AMARAL 2010).

A manutenção de inimigos naturais de pragas num sistema agrícola pode ser feita por via da conservação, ou seja, pelo manejo da vegetação adjacente ou dentro destas culturas com o objetivo de atrair, manter e fomentar inimigos naturais (LANDIS, 2000; ALTIERI, 2003). Alterações na paisagem, tais como redução da proporção de fragmentos de vegetação nativa ou o incremento de seu isolamento, podem alterar a capacidade dos inimigos naturais de se dispersar, causando, assim, redução no tamanho das populações regionais destes insetos (JONSEN; FAHRIG, 1997).

2.3 O Sombreamento do cafeeiro e o Controle Biológico Conservativo

O controle biológico conservativo se baseia na manutenção dos inimigos naturais nos agroecossistemas utilizando plantas atrativas, fazendo-se um arranjo espacial complexo. Essas plantas fornecerão, dentre outras coisas, alimento alternativo e abrigo para os inimigos naturais. Essa diversificação vegetal faz com que ocorra um aumento do número de inimigos naturais na área, permitindo que esses atuem na regulação dos insetos-praga (ROOT, 1973; BARBOSA, 1998; ALTIERI, 1999; ALTIERI, 2003).

Em sistemas cafeeiros, é sabido que a diversificação vegetal, sendo antrópica ou natural, promove um significativo incremento da riqueza de espécies de inimigos naturais, especialmente de parasitoides das pragas do cafeeiro (PERIOTO, 2004; SANTOS; PÉREZ-MALUF, 2012; FERNANDES, 2013; FERREIRA, 2013). Uma forma economicamente viável e benéfica à cafeicultura é o consórcio com espécies arbóreas para sombreamento (PERFECTO, 1996; KHATOUNIAN, 2001; BORKHATARIA, 2012). Em função disso, é importante conhecer as diferenças que o sombreamento promove nos himenópteros parasitoides, por exemplo.

A utilização de sombreamento na cafeicultura é uma prática que remonta a tempos muito antigos. Ainda que, devido ao melhoramento genético, tenha sido regularmente cultivado a pleno sol, o cultivo do café à sombra proporciona grandes benefícios à cultura e ao ambiente (KHATOUNIAN, 2001; MANCUSO, 2013). A utilização de árvores para sombreamento promove um maior equilíbrio térmico do ambiente; diminui riscos com erosão; aumenta a serapilheira e presença de simbioses; mantém a umidade relativa em níveis maiores, promovendo um maior conforto as espécies vegetais e animais; auxilia no sequestro de carbono; e aumenta a diversidade de animais (PERFECTO, 1996; SOTO-PINTO, 2000).

O sombreamento afeta diretamente a composição faunística dos cafezais e as interações entre os diversos organismos presentes. Por exemplo, já se sabe que os índices de infestação e sobrevivência de moscas das frutas (Tephritidae e Lonchaeidae) são afetados, sendo que o sombreamento promove uma menor infestação por estas moscas em cafés sombreados, especialmente da cultivar Catuaí (AGUIAR-MENDEZ, 2007).

Com o aumento da diversidade do ambiente, auxilia-se os inimigos naturais de várias maneiras, sobretudo: através da oferta de alimento alternativo para os adultos, como néctar, pólen e substâncias açucaradas; disponibilidade de abrigo e microclima adequado; e pela presença de presas e hospedeiros alternativos para os inimigos naturais (ROOT, 1973; ANDOW, 1991). Por exemplo, a presença de árvores num sistema cafeeiro promove uma maior predação de bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) por vespas (Hymenoptera: Vespidae) (AMARAL, 2010).

Em sistemas cafeeiros, essa diversificação vegetal pode ser feita utilizando-se, por exemplo, plantas para sombreamento. Estas fornecem maior aporte de matéria orgânica, nutrientes, conservam o solo e podem representar uma fonte extra de madeira e produtos florestais não-madeireiros para a atividade rural familiar (GUHARAY, 2001).

A escolha da espécie para sombreamento deve ser feita com cuidado, pois a utilização de espécies arbóreas pode aumentar sensivelmente os lucros na área com a utilização direta de seus recursos, e (GUHARAY, 2001; MANCUSO, 2013), permite a comercialização do café por um preço acima do café commodity, podendo ser vendido como café especial, alcançando maiores preços (BORKHATARIA, 2012) .

Portanto, de maneira geral, uma agricultura mais diversificada promove um aumento da diversidade de insetos, aves e outros organismos que auxiliam no controle de possíveis pragas

(PERFECTO, 1996, 2003; SOTO-PINTO, 2000; BORKHATARIA, 2012), o que possivelmente pode ocorrer também nos sistemas cafeeiros sombreados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Experimento e Coleta de Insetos

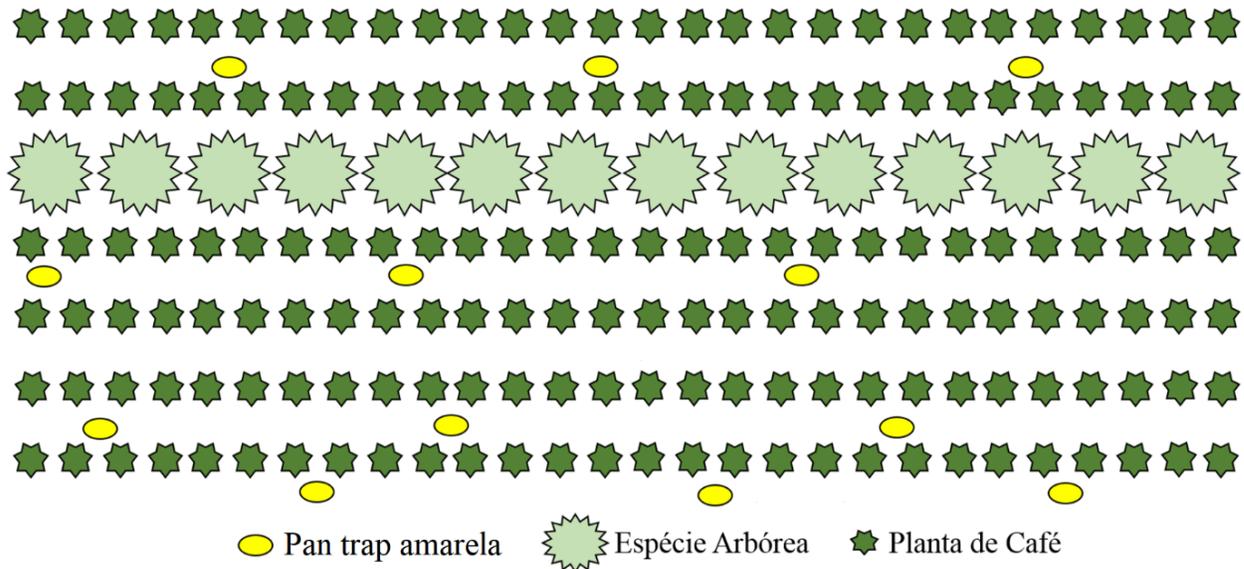
O experimento foi realizado na Fazenda Bela Vista (21°04'S; 45°04'O), município de Perdões/MG. A lavoura possui 8 hectares, plantados com cultivar Catucaí, com 20 anos de idade, plantado no espaçamento 3,4m x 0,65m, conduzido em sistema convencional de cultivo, isto é, a pleno sol. Nesta área existe uma linha plantada com árvores de Acácia Amarela (*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn), que fornecem uma faixa sombreada sobre as plantas de café de cerca de 25 metros de largura. Nesta região foram coletadas as amostras do tratamento **Sombreado**, e em outra região, do mesmo talhão, sem influência alguma das árvores, foram feitas as coletas do tratamento **Pleno Sol**.

As coletas foram feitas por meio de armadilhas *pan trap* amarelas em número de seis repetições por tratamento (Figura 1). As armadilhas foram confeccionadas utilizando potes plásticos descartáveis amarelos com capacidade de 400 ml e colocadas dentro da copa do café, no terço médio superior da planta. Essas armadilhas receberam 250 ml de uma solução salina a 10% e gotas de detergente para equilibrar homeostase do corpo dos insetos e quebrar a tensão superficial da água, com o objetivo de fazer com que os insetos afundem.

Optou-se por caracterizar cada armadilha como uma repetição. Foram feitas 12 repetições no Sol e 12 no Sombreado, num total de 24 repetições.

A partir destas coletas, os insetos foram contabilizados e identificados a nível de família e morfoespécie, para efeito de comparação dos tratamentos. Neste processo foram utilizadas as seguintes literaturas: Nas identificações foram utilizados os trabalhos de Hanson e Gauld (2006) e Gibson, Huber e Woolley (1997).

Figura 1 Desenho esquemático da disposição das armadilhas no tratamento Sombreado e a Pleno Sol. Perdões, MG, 2019.



Fonte: Do Autor (2019)

3.2 Análise de dados

Os insetos coletados foram levados para o laboratório, triados e identificados até família e separados por morfoespécies. As informações foram organizadas num banco de dados, e todos os parâmetros e análises estatísticas foram feitas utilizando os softwares EstimateS®, Past® e Estatística®. As análises feitas foram:

1) Curvas de rarefação de espécies coletadas segundo Coleman (1981), que permitem concluir se as amostras foram regulares e suficientes para coletar, potencialmente, a maioria das espécies que ocorrem na cultura.

2) Estimador de riqueza Bootstrap, que utiliza dados de todas as espécies coletadas para estimar a riqueza total, não se restringindo a espécies raras.

3) Riqueza de espécies (S), que é o número total de espécies e morfoespécies coletadas.

4) Índice de abundância, segundo Lambshead (1983), calculado a partir das médias de cada espécie por amostra.

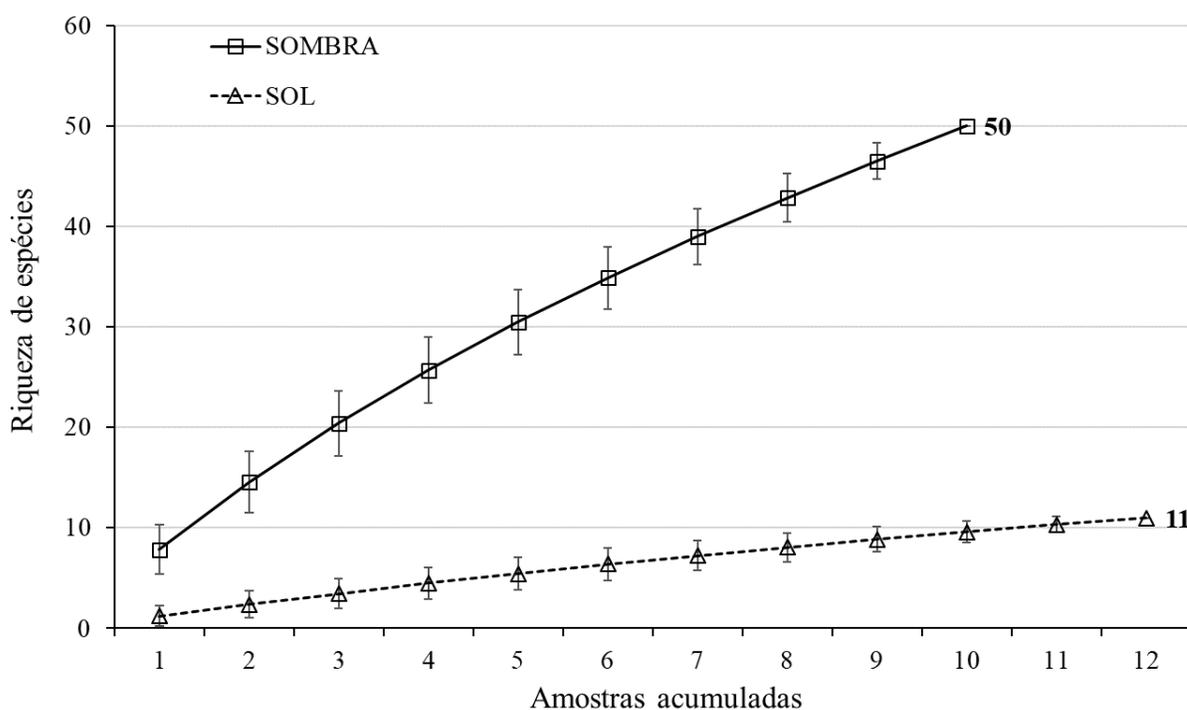
5) Índice de diversidade H' , segundo Shannon e Weaver (1949), que leva em consideração a uniformidade quantitativa de cada espécie em relação às demais.

6) Índice de Similaridade de Bray-Curtis (1957), usado para calcular as diferenças entre duas populações de lugares diferentes, baseado na abundância de cada uma.

4 RESULTADOS

O total de himenópteros parasitoides coletados durante todo o período do experimento foi de 100 indivíduos, pertencentes a 14 famílias, totalizando 57 morfoespécies. No que se refere à riqueza (S) em cada tratamento, foram coletadas 50 morfoespécies no tratamento Sombreado e 11 morfoespécies no Pleno Sol (Figura 2).

Figura 2 Curvas de Rarefação de Coleman para os himenópteros parasitoides encontrados em cafeeiros sombreados e a pleno sol, indicando a riqueza total (S) ao lado de cada tratamento. Perdões, MG, 2019.

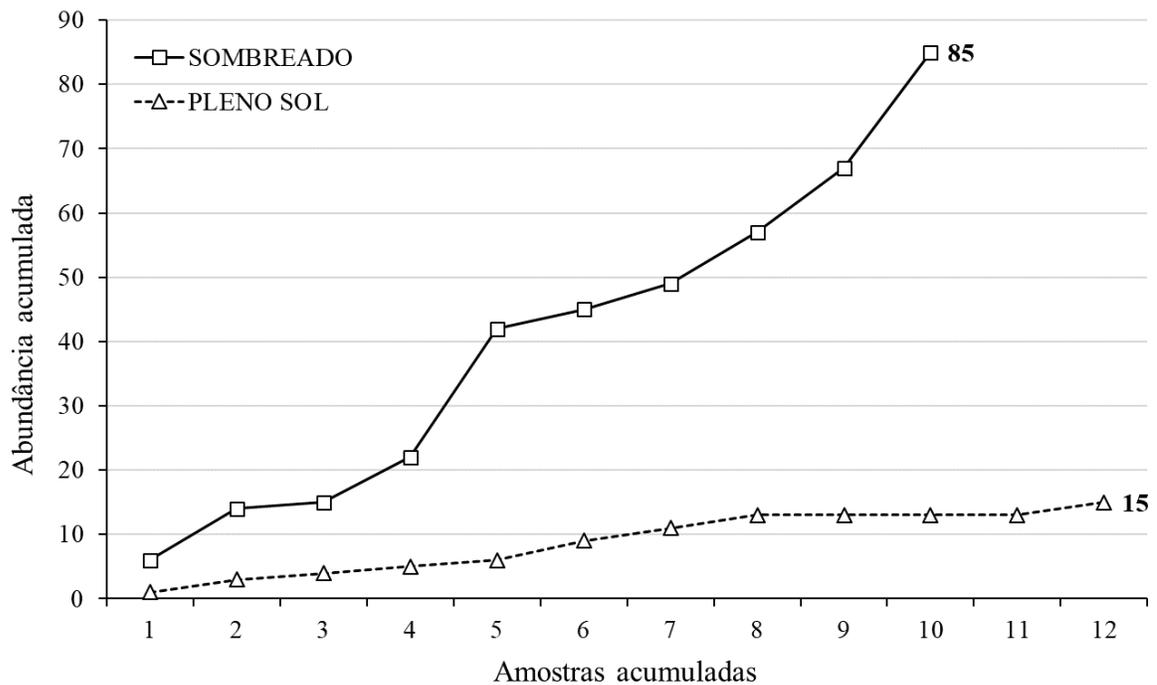


Fonte: do Autor (2019)

Observa-se, pela inclinação da Curva de Rarefação de Coleman (Figura 2), que o tratamento Sombreado está mais distante de atingir a estabilidade no número de espécies. Para o Pleno Sol, a curva apresenta-se mais estabilizada e o número de espécies encontradas foi menor que no Sombreado (50 nesse último contra 11 no Pleno Sol, Figura 2). No entanto, em ambos os casos, o estimador Bootstrap determinou que a suficiência amostral foi em torno de 78% (Tabela 1), o que é indicativo de que, se forem realizadas mais coletas, é provável que a discrepância entre os tratamentos aumente. Este estimador previu que há ainda cerca de 10 espécies a serem coletadas no Sombreado (60,43 no total), bem como um adicional de cerca de 4 para o Pleno Sol (14,07 no total).

Para a abundância acumulada observou-se que no tratamento Sombreado foram coletados mais indivíduos (85) que no Pleno Sol (15), conforme se observa na Figura 3. Ou seja, além de serem coletadas significativamente mais espécies, estas foram coletadas com maior abundância no Sombreado.

Figura 3 Curvas de Acumulação de Indivíduos de himenópteros parasitoides encontrados em cafeeiros sombreados e a pleno sol, indicando a abundância total (S) ao lado de cada tratamento. Perdões, MG, 2019.



Fonte: do Autor (2019)

As abundâncias, frequências relativas e riqueza de cada morfoespécie coletada podem ser vistas na Tabela 1. Primeiramente, observa-se que das 11 morfoespécies coletadas no Pleno Sol, apenas 4 foram encontradas no Sombreado, evidenciando os efeitos dos tratamentos sobre determinadas morfoespécies, que tendem a ficar em ambientes diferentes.

Com relação às frequências relativas (FR) das morfoespécies, observou-se, de modo geral, que no Sombreado os valores foram mais baixos que no Pleno Sol, ou seja, as espécies estão em maior dominância nesse último tratamento. No Pleno Sol, por exemplo, apenas três morfoespécies, pertencentes às famílias Mymaridae, Ceraphronidae e Scelionidae, totalizaram quase 50% da abundância de indivíduos deste tratamento. Para se obter 50% da abundância no tratamento Sombreado, temos que somar as FR de 12 morfoespécies, evidenciando como este tratamento é mais diverso. Além disso, as espécies mais abundantes nos dois tratamentos foram diferentes, com exceção de Encyrtidae sp 1 e sp 2, cujas FR foram semelhantes nos dois. Para todas as demais as FR foram bastante discrepantes entre os dois ambientes estudados.

Os tratamentos Sombreado e Pleno Sol diferiram significativamente em todos os parâmetros ecológicos estudados (Tabela 2). As médias da Abundância, da Riqueza (S) e o Índice de Diversidade de Shannon (H') foram significativamente maiores no Sombreado comparado ao Pleno Sol, evidenciando como os tratamentos modificaram as comunidades de himenópteros parasitoides.

Tabela 1 Morfoespécies de himenópteros parasitoides encontrados em cafeeiros sombreados e a pleno sol, indicando sua Abundância, Frequência Relativa (FR, em %), Riqueza (S), estimador Bootstrap, Suficiência amostral (em %) e Índice de Diversidade de Shannon (H'). Perdões, MG, 2019.

Morfoespécies	Tratamentos			
	Sombreado	FR (%)	Pleno sol	FR (%)
1. Braconidae sp1	7	8,24	-	-
2. Braconidae sp 7	6	7,06	-	-
3. Encyrtidae sp 1	4	4,71	1	6,67
4. Encyrtidae sp 2	4	4,71	1	6,67
5. Ichneumonidae sp 1	4	4,71	-	-
6. Ichneumonidae sp 6	4	4,71	-	-
7. Braconidae sp 14	3	3,53	-	-
8. Braconidae sp 9	3	3,53	-	-
9. Braconidae sp 4	2	2,35	-	-
10. Chalcidoidea sp 1	2	2,35	-	-
11. Diapriidae sp 1	2	2,35	-	-
12. Ichneumonidae sp 2	2	2,35	-	-
13. Ichneumonidae sp 4	2	2,35	-	-
14. Ichneumonidae sp 7	2	2,35	-	-
15. Mymaridae sp 5	2	2,35	-	-
16. Trichogrammatidae sp 1	2	2,35	-	-
17. Braconidae sp 1	1	1,18	-	-
18. Braconidae sp 11	1	1,18	-	-
19. Braconidae sp13	1	1,18	-	-
20. Braconidae sp 15	1	1,18	-	-
21. Braconidae sp 16	1	1,18	1	6,67
22. Braconidae sp 2	1	1,18	-	-
23. Braconidae sp 3	1	1,18	-	-
24. Braconidae sp 5	1	1,18	-	-
25. Braconidae sp 6	1	1,18	-	-
26. Braconidae sp 8	1	1,18	-	-
27. Ceraphronidae sp 1	1	1,18	-	-
28. Ceraphronidae sp 2	1	1,18	2	13,33
29. Chalcidoidea sp 2	1	1,18	-	-
30. Encyrtidae sp 4	1	1,18	-	-
31. Encyrtidae sp 3	1	1,18	-	-
32. Encyrtidae sp 5	1	1,18	-	-
33. Encyrtidae sp 6	1	1,18	-	-
34. Encyrtidae sp 7	1	1,18	-	-
35. Encyrtidae sp 8	1	1,18	-	-
36. Figitidae sp 1	1	1,18	-	-
37. Figitidae sp 3	1	1,18	-	-
38. Ichneumonidae sp 3	1	1,18	-	-
39. Ichneumonidae sp 5	1	1,18	-	-
40. Ichneumonidae sp 8	1	1,18	-	-
41. Ichneumonidae sp 9	1	1,18	-	-

Morfoespécies	Tratamentos			
	Sombreado	FR (%)	Pleno sol	FR (%)
42. Mymaridae sp 1	1	1,18	-	-
43. Mymaridae sp 3	1	1,18	-	-
44. Mymaridade sp 4	1	1,18	-	-
45. Platygastridae sp 1	1	1,18	-	-
46. Scelionidae sp 1	1	1,18	-	-
47. Scelionidae sp 2	1	1,18	-	-
48. Scelionidae sp 3	1	1,18	-	-
49. Scelionidae sp 4	1	1,18	-	-
50. Scelionidae sp 5	1	1,18	-	-
51. Aphelinidae sp 1	-	-	1	6,67
52. Figitidae sp 2	-	-	1	6,67
53. Mymaridade sp 2	-	-	3	20,00
54. Platygastridae sp 3	-	-	1	6,67
55. Pteromalidae sp 1	-	-	1	6,67
56. Scelionidae sp 6	-	-	2	13,33
57. Trichogrammatidae sp 2	-	-	1	6,67
Abundância Total	85	100,00	15	100,00
Riqueza (S)	50		11	
Estimador Bootstrap	60,43		14,07	
Suficiência amostral (%)	78,82		78,18	
Índice de Shannon (H')	3,687		2,303	
Índice de Similaridade (Bray-Curtis)		0,08		

Fonte: do Autor (2019)

Tabela 2 Medias dos valores, nível de significância e teste estatístico utilizado para Abundância, Riqueza (S) e Índice de Shannon (H') de himenópteros parasitoides encontrados em cafeeiros sombreados e a pleno sol. Perdões, MG, 2019.

	Abundância	Riqueza (S)	Shannon (H')
Tratamentos	$p = 0,002213$	$p = 0,000711$	$p = 0,000134$
	Teste de Mann Whitney		Teste F
Pleno sol	1,5±0,27	1,5±0,27	2,30±0,13
Sombreado	8,5±1,95	7,2±1,37	3,69±0,24

Fonte: do Autor (2019)

O Índice de Similaridade de Cluster entre os tratamentos, utilizando-se a medida de Bray-Curtis (Tabela 1), indicou grande diferença entre Sombreado e Pleno Sol, resultando em um valor de similaridade de apenas 8%. Isso é resultado das grandes diferenças observadas na Abundância e Riqueza (S) de himenópteros parasitoides entre os dois tratamentos.

5 DISCUSSÃO

As diferenças encontradas entre os dois tratamentos estudados, para todos os parâmetros estatísticos avaliados neste trabalho, foram significativas. Primeiramente, notou-se que o número de morfoespécies capturados no Sombreado foi bastante superior ao Pleno Sol (Figura 2 e Tabelas 1 e 2). Do mesmo modo o número de indivíduos observado também foi bastante superior no Sombreado quando comparado ao Pleno Sol (Figura 3 e Tabelas 1 e 2). Isto poderia ser explicado, possivelmente, pela Hipótese do Inimigo Natural, formulada por Root (1973). Tal hipótese afirma que um ambiente mais diversificado fornece aos inimigos naturais recursos de diversos tipos, como pólen, néctar, abrigo, microclima e presas e hospedeiros (insetos fitófagos) alternativos, resultando numa maior capacidade de sustentar maior abundância e riqueza de espécies de inimigos naturais.

Neste trabalho, entretanto, avaliamos apenas os efeitos do sombreamento, sem levar em conta outras influências positivas geradas pela diversificação vegetal, sendo que as árvores utilizadas para tal (*Acacia farnesiana*) não fornecem recursos alimentícios relevantes na maior parte do ano, contribuindo quase exclusivamente com sombra e microclima mais favorável aos inimigos naturais. Desta forma, os resultados observados no aumento populacional destes insetos, considerando apenas o sombreamento, estão em consonância com os resultados encontrados por Tomazella (2016) e Fernandes (2013), que observaram efeito semelhante em cafezais sombreados, também no sul de Minas Gerais.

No que diz respeito às famílias encontradas, vemos que Braconidae e Encyrtidae foram as famílias de maior abundância coletadas (ver Tabela 1). A família Braconidae é mencionada em diversos trabalhos (ECOLE, 2003; MELO et al., 2007; PIERRE, 2011) como sendo uma das mais abundantes em cafezais, contendo espécies que parasitam tanto o bicho mineiro quanto espécies broqueadoras (REIS, 2002).

A família Encyrtidae, que aparece como segunda mais abundante em nosso estudo, contém parasitoides de grande relevância para o controle de vários insetos, como ovos e larvas de Lepidoptera, cigarrinhas, moscas e coleópteros (Goulet, 1993), grupos estes que possuem espécies pragas na cafeicultura. Um exemplo de Encyrtidae de importância, citado por Vega (1999), é *Coccidoctonus sp.*, relatado como possível parasitoide da broca do café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867).

Assim, trabalhos futuros devem contemplar também como o sombreamento afeta, por exemplo, a existência de plantas espontâneas em maior ou menor quantidade, a produção de pólen e néctar destas plantas, a existência de recursos nas próprias árvores usadas para sombreamento e outros fatores não contemplados neste trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostrou que o uso de arborização em cafezais, por si só, produz grande impacto nas populações de inimigos naturais, aumentando significativamente tanto o número de indivíduos quanto a diversidade de famílias, algumas das quais sabidamente apresentam espécies que controlam importantes pragas do cafeeiro. Faz-se necessário, porém, efetuar-se maior número de coletas, bem como identificação até o nível de espécie, para que se obtenha análise mais precisa e robusta sobre o impacto deste aumento de diversidade populacional no controle das pragas em agroecossistemas cafeeiros.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-MENDEZ, E.L.; SOUZA, S.A.S.; SANTOS, C.M.A.; . **Susceptibilidade de Seis Cultivares de Café Arábica às Moscas-das-Frutas (Diptera : Tephritoidea) em Sistema Orgânico com e sem Arborização em Valença, RJ.** Neotropical Entomology, v.. 36, n April, p. 268-273. 2007.
- ALTIERI, M. A. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 74, n. 1–3, p. 19–31, 1999. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880999000286>>. .
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de Pragas.** Holos ed. 2003.
- AMARAL, D. S. et al. O. **A Diversificação da vegetação reduz o ataque o bicho-mineiro-do-cafeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville).** Neotropical Entomology, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.
- ANDOW, D. A. **Vegetational diversity and arthropod population response.** Annual review of entomology, v. 36, p. 561–586, 1991.
- BARBOSA, P. **Conservation Biological Control.** Academic Press, 1998.
- BORKHATARIA, R. R. . **Shade-grown coffee in Puerto Rico: Opportunities to preserve biodiversity while reinvigorating a struggling agricultural commodity.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 149, p. 164–170, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880910003543>>. .
- BORKHATARIA, R. R.; COLLAZO, J. A.; GROOM, M. J. **Species abundance and potential biological control services in shade vs. sun coffee in Puerto Rico.** Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 151, p. 1–5, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.01.025>>. .
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. **An Ordination of the upland forest community of southern Wisconsin.** Ecology Monographs, 1957.
- COLEMAN, B. D. **On random placement and species-area relations.** Mathematical Biosciences, v. 54, p. 191–215, 1981.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café,** v. 5– Safra 2018, n. 3 - Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-76, setembro 2018
- D'ANTÔNIO, A. M. **Café. A descoberta da mosca das raízes.** Correio Agrícola, v. 2, p. 8–9, 1991.

- DIAS, S. N. **Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae)**. Iheringia. Série Zoologia, v. 98, n. 1, p. 136–142, 2008.
- ECOLE C. C. **Dinâmica populacional de *Leucoptera coffeella* e de seus inimigos naturais em lavouras adensadas de cafeeiro orgânico e convencional**. 2003. 129 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003
- EPAMIG. **Abordagem sistêmica e pesquisa participativa na agricultura familiar: ferramentas para o desenvolvimento**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 2005.
- FERNANDES, L. G. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2013. 199 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- FERREIRA, F. Z.; SILVEIRA, L. C. P.; HARO, M. M. **Families of Hymenoptera parasitoids in Organic coffee cultivation in Santo Antonio do Amparo, MG, Brazil**. Coffee Science, v. 8, p. 1–4, 2013.
- GALLO, D. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, 2002.
- GIBSON, G. A. P.; HUBER, J. T.; WOOLLEY, J. B. **Annotated keys to the general of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)**. Ottawa: NRC Research, 1997. 794 p.
- GOULET, H.; HUBER, J. T. **Hymenoptera of the World: An identification guide to families**. Ottawa: Agriculture Canadá, 1993.
- GUHARAY, F. **El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central**. Agroforesteria en las Américas, v. 8, n. 29, p. 22–29, 2001.
- HANSON, P. E.; GAULD, L. D. **Hymenoptera de la región neotropical**. Gainesville: The American Entomological Institute, 2006. 994 p.
- JONSEN, I. D.; FAHRIG, L. **Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure**. Landscape Ecology, v. 12, n. 3, p. 185–197, 1997.
- KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu, 2001.
- LAMBSHEAD, P. J. D.; PLATT, H. M.; SHAW, K. M. **Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity**. Journal of Natural History, v. 17, p. 859–874, 1983.
- LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. **Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture**. Annual review of entomology, v. 45, p. 175–201, 2000.

- MANCUSO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; PERDONÁ, M. J. **Produção De Café Sombreado**. *Colloquium Agrariae*, v. 9, n. 1, p. 31–44, 2013. Disponível em: <<http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ca/article/view/592/979>>. .
- MARQUES, K. B. S. C. **Infestação e parasitismo de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) em cafeeiros em transição agroecológica**. 59p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2017
- MATIELLO, J. B. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2010.
- MIRANDA, N.F. **Parasitóides (Hym., Eulophidae) de bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lep., Lyonetiidae)**. 2009. 44 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.
- PARRA, J. R. P. **Parasitos e predadores do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) em São Paulo**. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 6, p. 138–143, 1977.
- PERFECTO, I. **Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: A tri-taxa comparison in southern Mexico**. *Biodiversity and Conservation*, v. 12, n. 6, p. 1239–1252, 2003.
- PERFECTO, I. et al. **Shade Coffee: A disappearing Refuge for Biodiversity**. *BioScience*, v. 46, p. 598–608, 1996.
- PERIOTO, N. W. **Himenópteros parasitoides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arábica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil**. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 5, n. 1, p. 41–44, 2004.
- PERIOTO, N.W. et al. **Uma nova espécie de *Ionympha* (Hymenoptera, Eulophidae), primeiro registro do gênero para o Brasil e de seu parasitismo sobre *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11., 2009., Bento Gonçalves. Anais... Londrina: SEB, 2009. 1 CD-ROM
- PIERRE, L.S.R.; **Níveis populacionais de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) e a Ocorrência de seus Parasitoides em Sistemas de Produção de Café Orgânico e Convencional**. Tese (Doutorado em Ciências. Área de concentração: Entomologia) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba 2011
- RAGA, A.; PRESTES, D. A. DE O.; SOUZA FILHO, M. F.; **Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the State of Sao Paulo , Brazil**. *Boletim de sanidad vegetal plagas*, v. 28, p. 519–524, 2002.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. DE. **Insetos na folha**. Cultivar, v. 4, n. 38, p. 30–33, 2002.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. DE; VENZON, M. **Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro**. Informe Agropecuário, v. 23, p. 83–99, 2002.

ROOT, R. B. **Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (Brassica Oleracea)**. Ecological Monographs, v. 43, n. 1, p. 95–124, 1973. Disponível em:
<<http://www.jstor.org/stable/1942161>%5Cn<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1942161.pdf?acceptTC=true>>.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; PRADO, E.; PEREIRA, A. B. **Cochonilhas-Farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae E Rhizoecidae) Em Cafeeiros No Brasil**. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Anais..., 2013.

SANTOS, P. S.; PÉREZ-MALUF, R. **Diversidade de himenopteros parasitides em áreas de mata de cipó e cafezais em Vitória da Conquista-BA**. Magistra, v. 24, p. 84–90, 2012.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**, v. 27, n. 4, p. 117, 1949.

SILVA, R.A.; SOUZA, J. C. de.; REIS, P.R.; CARVALHO, T.A.F. de.; ALVES, J.P. **Pragas do cafeeiro: bioecologia e manejo integrado. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 7-13. 2014.

SOTO-PINTO, L. Shade effects on coffee production at the Northern Tzeltal zone of the State of Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 80, p. 61–69, 2000.

SOUZA, B. Cochonilhas-Farinhentas (hemiptera: pseudococcidae) em Cafeeiros (Coffea arabica L.) em Minas Gerais. **Coffee Science**, v. 3, p. 104–107, 2008.

SOUZA, J. C. DE. **Cafeicultor: Conheça as Cigarras que Atacam o Cafeeiro e Saiba como Controlá-las com Eficiência (revisada)**. 2004.

souza, j. c. de; reis, p. r.; silva, r. a. **Como Conviver com a Mosca-da-Raiz em Lavoura de Café**. 2007.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; RIGITANO, R. L. **O bicho mineiro do cafeeiro : biologia , danos e manejo integrado**. Belo Horizonte, 1998.

STROGATZ, S. H. Exploring complex networks. **Nature**, v. 410, n. 6825, p. 268–276, 2001. Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/finder/10.1038/35065725>>.

TOMAZELLA, V. B. **Diversidade de inimigos naturais em cafezais sombreados**, 2016. Universidade Federal de Lavras.

TORRES, C. A. S. **Diversidade de espécies de moscas-das-frutas (diptera: tephritidae) e de seus parasitóides em cafeeiro (Coffea arabica L.)**, 2004. UESB.

TREVISAN, O.; COSTA, J. N. M.; AVILÉS, D. P. **Lagarta-dos-cafezais: o caso de Rondônia.** Circular Técnica, v. 68, p. 4, 2004.

TREVISAN, O . **Surto de lagarta-dos-cafezais. II Simpósio de Pesquisas dos Café dos Brasil. Anais...** . p.2088–2092, 2001.

TSCHARNTKE, T . **Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity on ecosystem service management.** Ecology Letters, v. 8, n. 8, p. 857–874, 2005. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>>. .

VEGA, F. E . **Natural enemies of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* in Togo and Cote d Ivoire, and other insects associated with coffee beans.** African entomology, v. 7, n. 2, p. 243–248, 1999.