



ADRIANO JORGE NUNES DOS SANTOS

**PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVOS DE
COUVE: ESTRATÉGIA PARA AUMENTO DA
DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA E
REGULAÇÃO DE AFÍDEOS**

LAVRAS-MG

2015

ADRIANO JORGE NUNES DOS SANTOS

**PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVOS DE COUVE: ESTRATÉGIA
PARA AUMENTO DA DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA E
REGULAÇÃO DE PULGÕES**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Entomologia, para obtenção do título de
Doutor.

Orientador

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira

**LAVRAS-MG
2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Santos, Adriano Jorge Nunes dos.

Plantas espontâneas em cultivos de couve estratégia para aumento da diversidade da entomofauna e regulação de pulgões / Adriano Jorge Nunes dos Santos. – Lavras : UFLA, 2015.

118 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Luís Cláudio Paterno Silveira.

Bibliografia.

1. Controle biológico conservativo. 2. Manipulação do habitat.
3. Vegetação espontânea. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

ADRIANO JORGE NUNES DOS SANTOS

**PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVOS DE COUVE: ESTRATÉGIA
PARA AUMENTO DA DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA E
REGULAÇÃO DE PULGÕES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2015.

Dr. Alexsander Machado Auad	Embrapa
Dr. André Luís Santos Resende	UFRRJ
Dr. Martín Francisco Pareja Piaggio	UNICAMP
Dra. Rosangela Cristina Marucci	UFLA

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira
Orientador

LAVRAS-MG
2015.

A minha amada mãe, Maria Helena Nunes Santos e ao meu querido pai, Jorge João dos Santos (in memoriam), responsáveis pelos primeiros ensinamentos a mim proporcionados;

Ao meu amor Stéfanny Martins pelo amor, carinho, parceria e valorosa contribuição em discussões produtivas e por estar sempre me apoiando neste momento importante de minha vida.

Aos meus irmãos, Mário Jorge Nunes dos Santos, Liziane Nunes dos Santos e Helen Cristiane Nunes dos Santos, por me apoiarem em diversos momentos;

As minhas sobrinhas, Maria Cecília e Júlia Beatriz, que estão crescendo e de longe me proporcionaram momentos de alegria com suas descobertas;

Aos meus avós, meus primeiros mestres e inspiradores na agricultura.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de cada dia.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia (DEN), por oportunizar grande aprendizado.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos os professores do programa de Pós-graduação em Entomologia (DEN/UFLA), pela valorosa contribuição em minha formação científica e profissional.

Em especial ao professor Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira por dedicar confiança, apoio e orientação ao longo de quatro anos de convivência.

Aos “irmãos” de orientação: Valkíria Fabiana, Ivana Lemos, Iris Paiva, Victor Tomazella, Bruno Melo, Humberto Baungartem, pela parceria e convívio.

Ao companheiro Heisler Gómez, pela grande contribuição nas identificações dos parasitoides.

Aos estagiários do Laboratório de Controle Biológico Conservativo: Vitor Tomazela, Daniela Landim, Vitor Schoenmaker, André Corbacho, Mateus Rossi, João Nomura, Tamara Moraes;

Aos parceiros do setor de horticultura da UFLA, Sr. Pedro Paulo, Josimar Silva e Alexandre (Maikon) Diniz, pela grande ajuda e colaboração nos trabalhos de campo.

Aos companheiros Sergio Gamboa, Jordano Salamanca, Sly Wongchuig, Lufe Hernandez, pela convivência diária e aprendizado da língua e cultura de seus países.

A todos os companheiros de curso, pelos momentos de companheirismo e aprendizado.

Às secretárias Érica e Lisiane, que sempre foram atenciosas às minhas solicitações

Aos técnicos Elaine, Nazaré, Léa, Dona Irene, Andréa, Raul Magalhães, por todo apoio quando solicitado.

Às funcionárias Adriana e Luana, por manter o ambiente sempre limpo com muita simpatia e amizade.

Aos colaboradores no auxílio das análises estatísticas, Dr. Paulo Henrique e Moreno Rodrigues, sempre prestativos.

RESUMO GERAL

Sistemas orgânicos de produção agrícola necessitam de estratégias sustentáveis para o manejo de pragas, que podem ser obtidos pela manipulação do ambiente, utilizando plantas espontâneas, as quais são capazes de fornecer recursos importantes para conservação de inimigos naturais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o papel da presença, intervalo de capina e composição de plantas espontâneas como estratégia para conservação da diversidade de artrópodes e regulação da infestação de pulgões em cultivo de couve. Para isso, foram desenvolvidos três experimentos de campo, na área de produção hortícola do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais. O primeiro avaliou a contribuição da comunidade de plantas espontâneas em cultivo de couve, em relação à diversidade e abundância de artrópodes e regulação de pragas. O segundo estudou a influência de diferentes intervalos de capina da vegetação espontânea sobre as populações de parasitoides, predadores, e duas espécies de pulgões especialistas de brássicas. O terceiro analisou o efeito da composição de espécies vegetais espontâneas sobre a infestação de pulgões e populações de inimigos naturais afidófagos em cultivo de couve. Plantas espontâneas apresentaram efeito positivo para manutenção e conservação da diversidade de artrópodes em cultivo de couve. Menor infestação de pulgões especialistas foi encontrada na presença da vegetação espontânea, com menor frequência de capina, e maior diversidade de plantas espontâneas. A abundância de predadores e parasitoides foi maior nas plantas com maior infestação da praga. Assim, a manutenção de plantas espontâneas é recomendada como estratégia para regulação de pulgões em cultivo orgânico de couve.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo. Manipulação do habitat. Vegetação espontânea.

GENERAL ABSTRACT

Organic crop systems needs sustainable strategies for pest management, which can be obtained by environmental manipulation, using weeds, which are able to provide important resources for natural enemies conservation. The objective of this study was to evaluate the role of presence, weeding range and composition of spontaneous plants as a strategy for conservation of arthropod diversity and regulation of aphid infestation in cabbage crop. For this, we developed three field experiments in horticultural production area of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais. The first assessed the contribution of the community of spontaneous plants in cabbage and tomato crops in relation to diversity and abundance of arthropods and pest regulation. The second studied the influence of different weeding intervals of spontaneous vegetation on the populations of parasitoids, predators, and two species of aphids of brassica. The third looked at the effect of the composition of spontaneous plant species on the infestation of aphids and populations of aphidophagous natural enemies in cabbage crop. Weeds had a positive effect on maintenance and conservation of the diversity of arthropods in cabbage crop. Lower aphid infestations were found in the weed presence, less frequent weeding and greater diversity of spontaneous plants. Predators and parasitoids abundance were higher in plants with higher pest infestation. Thus, the maintenance of weeds is recommended as a strategy for aphid control in organic cabbage crop.

Keywords: Conservation biological control. Habitat management. Weed.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	Introdução geral.....	11
1	INTRODUÇÃO.....	12	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15	15
2.1	Plantas espontâneas	15	15
2.2	Manejo das plantas espontâneas	16	16
2.3	Plantas espontâneas como estratégia para manipulação de agroecossistemas e manutenção da diversidade de artrópodes	18	18
2.4	Interações entre plantas espontâneas e inimigos naturais	20	20
2.5	Regulação de pragas mediada pelo uso de plantas espontâneas.....	23	23
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26	26
	REFERÊNCIAS.....	27	27
	CAPÍTULO 2	Influência da vegetação espontânea nas entrelinhas do cultivo de couve sobre a diversidade, riqueza e abundância de insetos, infestação de pulgões e inimigos naturais	37
1	INTRODUÇÃO.....	40	40
2	MATERIAL E MÉTODOS	42	42
2.1	Amostragens da entomofauna nas plantas cultivadas	43	43
2.2	Amostragens da entomofauna na vegetação espontânea	43	43
2.3	Avaliação de ovos e larvas de Syrphidae	44	44
2.4	Infestação de <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Lipaphis erysimi</i> em plantas de couve	44	44
2.5	Análise dos dados.....	45	45
3	RESULTADOS	46	46
4	DISCUSSÃO	56	56
5	CONCLUSÕES.....	61	61
	REFERÊNCIAS.....	62	62
	CAPÍTULO 3	Intervalo de capina da vegetação espontânea como estratégia para manipulação das populações de inimigos naturais e regulação de pulgões em couve.....	67
1	INTRODUÇÃO.....	70	70
2	MATERIAL E MÉTODOS	72	72
2.1	Amostragens de parasitoides e adultos de Coccinellidae nas plantas cultivadas	73	73
2.2	Amostragens de parasitoides e adultos de Coccinellidae na vegetação espontânea	74	74

2.3	Avaliação de oviposição e larvas de Coccinellidae.....	74
2.4	Infestação de <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Lipaphis erysimi</i> e presença de múrias em plantas de couve	74
2.5	Análise dos dados	75
3	RESULTADOS	76
4	DISCUSSÃO	86
5	CONCLUSÕES.....	91
	REFERÊNCIAS.....	92
	CAPÍTULO 4 Regulação populacional de pulgões em plantas de couve associadas a diferentes composições de plantas espontâneas.....	95
1	INTRODUÇÃO.....	98
2	MATERIAL E MÉTODOS	100
2.1	Amostragens de joaninhas e parasitoides nas plantas de couve e na vegetação espontânea	102
2.2	Infestação de pulgão em plantas de couve	103
2.3	Produção de couve	105
2.4	Análise dos dados.....	105
3	RESULTADOS	107
4	DISCUSSÃO.....	114
5	CONCLUSÕES.....	118
	REFERÊNCIAS.....	119

CAPÍTULO 1
Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos é uma demanda da humanidade, cujo papel de geração deve-se à agricultura, a qual tem sido desenvolvida em bases tecnológicas consideradas impactantes ao homem e ao meio ambiente. A agricultura moderna caracteriza-se pelo uso intensivo de insumos e práticas agrícolas, interrompendo e alterando a prestação de diversos serviços ecossistêmicos como ciclagem de nutrientes, regulação ambiental, regulação da qualidade e quantidade de água, bioenergia e até mesmo o bem-estar, para promover a produção de alimentos em larga escala.

O desenvolvimento da agricultura moderna avançou em direção aos ambientes naturais, provocando alterações na paisagem e interferindo em processos ecossistêmicos importantes dos quais a agricultura e a produção de alimentos dependem, como por exemplo, o controle biológico natural de pragas e a polinização (PALM et al., 2014). Sendo assim, a produção de alimentos necessita encontrar alternativas não prejudiciais ao homem e ao ambiente e ao mesmo tempo oferecer estrutura ecológica para regulação de serviços ecossistêmicos, como o controle natural de pragas agrícolas.

Neste sentido, a agricultura orgânica responde à destruição ambiental e ao uso sustentável dos recursos e configura-se como um sistema sustentável para a produção de alimentos (AZADI et al., 2011; SHIRI et al., 2013). Além disto, a agricultura orgânica caracteriza-se pelo uso mínimo do solo, cobertura permanente do solo, retenção de matéria orgânica, rotação de cultura como forma de maximizar a produção e melhorar a oferta de serviços ecológicos, como o controle biológico de pragas (PALM et al., 2014; POWER, 2010).

Neste propósito, o controle biológico de insetos-praga utiliza diversos agentes de controle com o propósito de reduzir os efeitos do uso de pesticidas, controle de espécies resistentes e para reduzir custos (VAN LENTEREN;

BUENO, 2003). Controle biológico também é proposto como uma ferramenta compatível com os objetivos de manejo sustentável dos agroecossistemas (HEADRICK; GOEDEN, 2001), além de ser favorecido por técnicas de manipulação do ambiente.

O manejo ambiental envolve diversas técnicas de controle biológico conservativo, que possibilita alterar as condições ambientais, favorecendo a biodiversidade, no interesse de melhorar as condições favoráveis aos inimigos naturais e criar condições desfavoráveis aos insetos-pragas (BARBOSA, 1998). Desse modo, a diversificação do ambiente tem sido sugerida como meio para favorecer a regulação de pragas (ANDOW, 1991; ROOT, 1973), para isso, diversas formas de manipulação do habitat têm sido estudadas (BUGG; WADDINGTON, 1994; JONSSON et al., 2010; SILVEIRA et al., 2009; ULBER, 2010).

No Brasil, os estudos de diversificação vegetal em ambientes olerícolas têm avaliado a utilização de plantas atrativas aos inimigos naturais, as quais são adicionadas como componente vegetal em diferentes arranjos espaciais (HARO, 2011; MERTZ, 2009; SILVA; HARO; SILVEIRA, 2012; SILVEIRA et al., 2009; ZACHÉ, 2009). Poucas pesquisas têm dado atenção à importância da vegetação espontânea dentro dos agroecossistemas, como elemento de interações, fonte de recursos alimentares, reprodutivos e proteção aos insetos benéficos, fatores essenciais para regulação de pragas e conservação de inimigos naturais nos agroecossistemas (AMARAL et al., 2013; SILVEIRA et al., 2003).

Neste contexto, os resultados apresentados e discutidos neste trabalho buscam conhecer melhor a contribuição de plantas espontâneas como elemento de manipulação em ambientes olerícolas, dentro da estratégia de controle biológico conservativo, a partir da investigação de três hipóteses: 1) a presença da vegetação espontânea em cultivos de tomate e couve promove maior diversidade de artrópodes, menores populações de espécies herbívoras, pragas e maior

abundância de predadores e parasitoides; 2) diferentes intervalos de capina interferem nas populações de espécies de inimigos naturais de insetos e na infestação de pulgões especialistas de brássicas, e 3) maior diversidade de espécies de plantas espontâneas está relacionada com menor infestação de pulgão em plantas de couve.

Desse modo, este trabalho teve como objetivo avaliar o papel da presença (ausência), do intervalo de capina e composição de plantas espontâneas como estratégia para conservação da diversidade de artrópodes em cultivos olerícolas e regulação da infestação de pulgões em plantas de couve.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas espontâneas

Plantas herbáceas de ocorrência natural no ambiente agrícola são tradicionalmente definidas como plantas daninhas, invasoras, indesejadas, entre outros termos. Normalmente recebem terminologias de significado impactante, e são classificadas com base no incômodo que ocasionam (BOOTH; MURPHY; SWANTON, 2003), sendo consideradas como um fator de restrição ao desenvolvimento e produção das culturas no mundo (MARSHALL et al., 2003; PITELLI, 1987).

Neste contexto, este grupo de plantas não é convenientemente classificado a partir de uma percepção ecológica, mas sim econômica e negativa, (BOOTH; MURPHY; SWANTON, 2003) pois apresentam interferências diretas e indiretas nas culturas agrícolas, devido à competição por água, luz, nutrientes e espaço, fatores que afetam o crescimento, desenvolvimento e produtividade agrícola (ZANATTA et al., 2006). Pereira e Melo (2008) consideram que os conceitos de planta invasora e daninha são confusos e controversos, para os quais se empregam definições diferentes como, por exemplo, trata-se de plantas que ocorrem em local onde não são desejadas. Já numa abordagem agrícola e/ou econômica, refere-se à planta que emerge espontaneamente em área de interesse humano e com capacidade de interferir na produtividade das culturas.

No âmbito de sistemas agroecológicos, este grupo de plantas é conhecido como plantas ou ervas espontâneas, que a ocorrência na área de cultivo não demanda eliminação total, e sim, manejo planejado onde se procura otimizar todos os benefícios advindos da diversidade de espécies de plantas e suas interações com outros elementos do meio como por exemplo, artrópodes pragas e benéficos (PEREIRA; MELO, 2008).

2.2 Manejo das plantas espontâneas

A presença de plantas espontâneas em associação com cultivos agrícolas em estágio inicial de desenvolvimento pode ocasionar perdas econômicas na produção. Para evitar resultados insatisfatórios devido à interferência de outras espécies de plantas não cultivadas, diversas formas de manejo têm sido empregadas em sistemas agrícolas de produção.

Constantin (2011) divide o manejo de plantas consideradas daninhas em três categorias: erradicação, prevenção e controle efetivo. Para este autor, a erradicação visa extinguir da área cultivada uma ou mais espécies infestantes por meio da eliminação total de qualquer fonte de propagação, através de diferentes estratégias, e normalmente em pequenas áreas, estufas e substratos para produção de mudas. A prevenção visa evitar que ocorram introdução e disseminação de espécies vegetais infestantes para dentro da área de produção. Uma vez evitada a introdução e a disseminação, evitam-se também prejuízos econômicos de produção e custos para controle, e para isso diversas medidas devem ser adotadas, como por exemplo, a limpeza de máquinas e equipamentos, e a desinfecção de pessoas e animais.

O controle propriamente dito tem por objetivo reduzir o número e o desenvolvimento das plantas espontâneas, a fim de impedir interferências nas culturas e conseqüentemente perdas econômicas, a partir de medidas diretas sobre a vegetação natural (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011). Na literatura, as medidas de controle da vegetação espontânea nos cultivos agrícolas estão alicerçadas em medidas físicas, culturais, biológicas, mecânicas, químicas e, numa abordagem mais recente, no manejo integrado (CHAUHAN; SINGH; MAHAJAN, 2012). Todavia, medidas mecânicas e químicas são na prática as

mais adotadas, embora limitadas pela disponibilidade de mão-de-obra e custo econômico para execução (CONTANTIN, 2011).

O controle de plantas espontâneas utilizando herbicidas é o mais utilizado em todo o mundo, pois oferece praticidade e eficácia no controle, além disso, o uso de herbicidas passa a ideia de erradicação (GHERSA et al., 2000), contudo não é isto que se observa dentro dos sistemas produtivos e nem o que se deseja dentro de um sistema de agricultura sustentável e conservacionista (CHAUHAN; SINGH; MAHAJAN, 2012). Entretanto, o que se tem observado são efeitos de impacto ambiental, social e econômico para todo sistema produtivo, afetando a prestação de serviços ecológicos, como o controle natural de pragas (NORRIS; KOGAN, 2000; YARDIM; EDWARDS, 2002).

Devido a este e outros fatores negativos, esforços para compreender a dinâmica ecológica e o complexo de interações existentes entre plantas espontâneas e a comunidade de artrópodes (SANGUANKEO, 2009), favorecer a diversidade e manejar a vegetação espontânea com menor uso de herbicidas (MELANDER et al., 2013) dentro de diferentes sistemas de cultivos têm sido realizados em todo mundo (BRAINARD et al., 2013; RASMUSSEN et al., 2006).

Para Chauhan, Singh e Mahajan (2012) e Bajwa (2014), o maior desafio que sistemas de produção agrícola sustentáveis enfrentam é o controle de plantas espontâneas. Para enfrentar isto, é preciso considerar a permanente presença das plantas não cultivadas no ambiente, a utilização de práticas de controle integrado por meio de rotação de culturas (RASMUSSEN et al., 2006), não revolvimento do solo (BRYANT et al., 2013), e manutenção da vegetação espontânea dentro e fora dos cultivos (GAREAU; LETOURNEAU; SHENNAN, 2013), como sendo formas de manejo pelos quais a diversidade, a cobertura constante do solo e a ciclagem de nutrientes favorecem a manutenção do papel e funcionamento da biodiversidade nos agroecossistemas (ALTIERI, 1999; MARSHALL et al., 2003).

2.3 Plantas espontâneas como estratégia para manipulação de agroecossistemas e manutenção da diversidade de artrópodes

A manipulação do habitat visando manter e conservar artrópodes nos agroecossistemas envolve adoção de diferentes estratégias (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003) que têm como base o incremento de um ou mais componentes vegetais no ambiente, como por exemplo, a implementação de rotação de culturas, formação de policultivos (BARBOSA, 1998), manutenção de plantas de cobertura (adubos verdes), uso de plantas atrativas (SILVA; HARO; SILVEIRA, 2012) ou repelentes (KHAN et al., 2008a), bem como manutenção de plantas espontâneas (BURGIO; LANZONI, 2007).

Em todo mundo, regiões agrícolas são formadas pela presença de cultivos comerciais e plantas não cultivadas, como a vegetação espontânea, por exemplo. Desse modo, as plantas espontâneas formam parte do componente da paisagem (KREWENKA et al., 2011), e neste contexto, desempenham papel importante para suporte de outros organismos, de modo que não pode ser compreendida apenas pelos efeitos negativos que causam aos cultivos (custo/benefício), mas pelos processos de interação com o ambiente, hospedando artrópodes benéficos e nocivos aos interesses do homem (CAPINERA, 2005).

Neste sentido, o crescimento e a manutenção da vegetação espontânea ao redor dos cultivos, em faixas, manutenção entre canteiros ou em áreas de pousio são técnicas de manejo que podem ser adotadas para que não haja ausência total da flora nativa (PEREIRA; MELO, 2008). Todas estas estratégias são consideradas por Nicholls e Altieri (2007) importantes para o fornecimento de recursos essenciais à atração e manutenção de organismos benéficos dentro e próximos às áreas de cultivos.

Convencionalmente, a manutenção do mato em bordas de plantios, acessos e entre os cultivos sempre foi encarada como ameaça e foco de infestação de plantas indesejadas nas áreas cultivadas, logo, sempre foram alvo de alguma medida de controle, principalmente pela utilização de herbicidas. No entanto, na Europa, por exemplo, estas áreas têm sido reconhecidas como áreas de compensação ecológica ou áreas de infraestrutura ecológica, capazes de abrigar uma diversidade de inimigos naturais importantes de pragas agrícolas (BÀRBERI et al., 2010).

Na Itália, Burgio e Lanzoni (2007), em dois anos de amostragem em áreas de compensação ecológica, observaram um total de 998 espécimes, pertencentes a 23 famílias e 53 espécies de parasitoides de mosca minadora (Diptera: Agromyzidae) infestante de plantas espontâneas. As famílias Eulophidae e Braconidae foram as mais abundantes com 67,64% e 28,86% dos indivíduos coletados, sendo a família Braconidae a mais rica com 28 espécies e Eulophidae com 19 espécies. Do total de espécimes coletados, 80% estavam em 10 espécies espontâneas. Com isso, estes autores consideram que a presença da vegetação espontânea em áreas não cultivadas, adjacentes aos cultivos pode ser uma ferramenta importante como fonte de parasitoides de mosca minadora.

Ambientes em que as plantas espontâneas são parcialmente capinadas oferecem maior possibilidade de sobrevivência para insetos predadores. Populações de Coccinellidae, por exemplo, foram mais abundantes em cultivos de arroz e feijão caupi, onde nove espécies foram encontradas nos cultivos parcialmente capinados, indicando que não retirar a vegetação espontânea por completo da área cultivada pode apresentar maior quantidade de indivíduos predadores de pragas importantes, como pulgões e moscas brancas (REKHA; RAMKUMAR, 2009).

Na Argentina, a comunidade e riqueza de artrópodes foram reduzidas em campos de soja devido à manutenção de áreas vizinhas com vegetação espontânea,

através da redução do uso de herbicidas (DE LA FUENTE; PERELMAN; GHERSA, 2010). Aranhas e vespas parasitoides foram os grupos mais abundantes encontrados em cultivo de limão cultivado sob solo com cobertura vegetal, quando comparado aos grupos de artrópodes coletados em plantas sobre solo limpo, e além desses foram encontrados também outros grupos de inimigos naturais, como Coccinellidae e Chrysopidae (SILVA et al., 2010). Saska et al. (2014) também verificaram que a diversidade de Carabidae é determinada pela comunidade de plantas espontâneas presentes em campos agrícolas.

Norris e Kogan (2005) consideram que a diversidade promove estabilidade nos agroecossistemas. A perda de diversidade vegetal leva à diminuição na riqueza de espécies de insetos herbívoros e inimigos naturais, alterando a dominância trófica dos predadores em favor das presas (HADDAD et al., 2009). Assim, a manutenção de plantas espontâneas promove diversidade e estabilidade em diferentes sistemas produtivos (CLÉMENTS; WEISE; SWANTON, 1994; ULBER, 2010), abrigando diversas espécies de artrópodes-pragas e benéficos, atraídos pela disponibilidade e oferta de recursos diversos (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003).

2.4 Interações entre plantas espontâneas e inimigos naturais

Os primeiros estudos sobre o papel de plantas não cultivadas influenciando os insetos benéficos foram resumidos por Van Emden (1965). Anos depois, Altieri e Whitcomb (1979), Altieri e Letourneau (1982) apresentaram estudos sobre a importância de corredores e áreas adjacentes não cultivadas para comunidades de inimigos naturais. Bàrberi et al. (2010) consideram que dentro do contexto agroecológico é importante o estudo de potenciais interações entre plantas espontâneas e insetos, inclusive os efeitos nocivos.

As diferentes interações ecológicas existentes entre plantas espontâneas e insetos podem ocorrer em diferentes escalas temporais e espaciais podem ocorrer dentro do cultivo até em nível de paisagens ou ecorregiões (THIES; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003). Devido aos ciclos dos cultivos e da vegetação espontânea, as interações inseto-planta podem não ocorrer de modo contínuo, assim como podem ser direcionadas pelos impactos das plantas espontâneas nos artrópodes e pelos impactos dos artrópodes sobre a vegetação espontânea, gerando consideráveis implicações para o manejo integrado de pragas (NORRIS; KOGAN, 2005).

O esforço para conhecer cada vez melhor a relação trófica entre plantas e insetos torna-se também importante quando plantas espontâneas constituem fontes alimentares para artrópodes herbívoros (BROWN; MATHEWS, 2008) ou sítios de oviposição (TOEPFER; ZELLNER; KUHLMANN, 2013). Quando se alimentam de plantas espontâneas, insetos fitófagos podem ser fontes de alimento para entomófagos, beneficiando-se indiretamente da vegetação que necessariamente pode não estar presente dentro dos cultivos, mas nas bordas, áreas adjacentes ou até mesmo distantes dos campos de cultivos. Inimigos naturais utilizam néctar e pólen diretamente de flores de plantas espontâneas, de onde obtém nutrientes importantes (LU et al., 2014).

Flores de plantas espontâneas também são importantes fontes de alimento para vários insetos predadores (BALZAN; WÄCKERS, 2013; LU et al., 2014). O pólen parece ser indispensável para produção de ovos de muitas moscas da família Syrphidae (PINHEIRO et al., 2013; ROBINSON et al., 2008), sendo também relatado como fonte de alimento para *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) (VENZON et al., 2006).

A biologia e a dinâmica de insetos benéficos podem ser afetadas por determinadas espécies de plantas espontâneas consideradas componentes importantes em agroecossistemas (MARSHALL et al., 2003). Amaral et al.

(2013) verificaram em cultivo de pimenta uma dominância de Coccinellidae, Syrphidae, Anthocoridae, Neuroptera e Araneae predando afideos e utilizando recursos florais e extraflorais, bem como estruturas de plantas espontâneas para oviposição e proteção, destacando-se as espécies *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae) (Mentrasto) e *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) (Picão-preto) possibilitando maior sobrevivência de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae).

O efeito dos recursos florais também tem sido verificado quanto à longevidade, fecundidade e o parasitismo de himenópteros parasitoides em plantas não cultivadas. O parasitoide de percevejo *Aridelus rufotestaceus* (Tobias, 1986) (Hymenoptera: Braconidae), um importante parasitoide de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), teve sua longevidade e fecundidade aumentadas quando adultos alimentaram-se em flores de *Fagopyrum esculentum* (Polygonaceae) e *Gaillardia pulchella* (Asteraceae) (ADUBA et al., 2013).

A prole de himenópteros parasitoides é influenciada pelo fornecimento de recursos florais. Avaliações do potencial produtivo de néctar do trigo mourisco e de ervilhaca, na Califórnia, EUA, demonstram que a prole de *Gonatocerus ashmeadi* (Girault, 1915) (Hymenoptera: Mymaridae) um importante parasitoide de *Homalodisca vitripennis* (Germar, 1821) (Hemiptera: Cicadellidae), cigarrinha praga de videira, elevou em 81% e 142% quando fêmeas foram alimentadas com ervilhaca e trigo mourisco, respectivamente, quando comparado com fornecimento apenas de água (IRVIN et al., 2014).

Maior longevidade também foi obtida pelo parasitoide de pulgão *Diaeretiella rapae* (M'Intosh, 1855) (Hymenoptera: Braconidae) quando tiveram acesso ao nectário extrafloral de *Vicia faba* L. (Fabaceae), bem como apresentaram maior parasitismo e número de descendentes utilizando o pulgão *Brevicoryne brassicae* Linnaeus, 1758 (Hemiptera: Aphididae) como hospedeiro (JAMONT; CRÉPELLIÈRE; JALOUX, 2013).

Fazer com que populações de pragas permaneçam em baixas densidades e com que os inimigos naturais se mantenham em sistemas de produção agrícola é um desafio para o controle biológico conservativo. Para favorecer a manutenção de organismos benéficos, é necessário que o agroecossistema ofereça recursos essenciais para inimigos naturais e desfavoreça os herbívoros, o que pode ser fomentado pela manutenção de plantas espontâneas nas áreas de cultivo (KHAN et al., 2008b).

2.5 Regulação de pragas mediada pelo uso de plantas espontâneas

Agroecossistemas diversificados contribuem para redução do ataque de pragas e favorecimento de inimigos naturais (ANDOW, 1991; RYSZKOWSKI et al., 1993) devido ao aumento da oferta e disponibilidade de presas e hospedeiros (NORRIS; KOGAN, 2005), oferta e o acesso aos alimentos alternativos como néctar, pólen e honeydew, fornecimento de abrigo ou microclima adequado. Mecanismos importantes para manejo de habitat visando promover a ação de artrópodes benéficos e desfavorecer aqueles prejudiciais aos cultivos (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000).

O aumento do parasitismo de ovos e larvas de *Malacosoma americanum* Fabicius, 1793 (Lepidoptera: Lasiocampidae) e de larvas de *Cydia pomonella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Tortricidae) tem sido verificado em pomares com uma rica cobertura de flores silvestres. A eficiência do parasitoide *Aphytis proclia* Walker, 1839 (Hymenoptera: Aphelinidae) aumentou sobre o piolho-de-são-josé, *Quadraspirodiotus perniciosus* Comstock, 1881 (Hemiptera: Diaspididae) quando plantio de *Phacelia* sp. foi utilizada como cobertura em pomares; como resultado, o parasitismo foi de 5% em áreas cultivadas no limpo, enquanto nas áreas cultivadas com a cobertura de solo, o parasitismo foi de 75% (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003).

Pfiffner et al. (2009) avaliaram durante dois anos a predação e o parasitismo em larvas e ovos de *Mamestra brassicae* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pieris rapae* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Pieridae) em cultivo de repolho cultivado em áreas com e sem faixas de plantas silvestres, verificaram efeito significativo sobre o parasitismo larval de *P. rapae* por *Cotesia glomerata* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Braconidae) e *Cotesia rubecula* (Marshall, 1885) (Hymenoptera: Braconidae) e predação de ovos de *M. brassicae* na presença das plantas silvestres.

O efeito da comunidade de plantas espontâneas tem sido relatado como um dos principais mecanismos para evitar surtos populacionais de pragas (COSTELLO; ALTIERI, 1995) e a diminuição da densidade populacional de pulgões nos cultivos (CABALLERO-LÓPEZ et al., 2011; WYSS, 1995). O desenvolvimento populacional do pulgão *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de cevada foi reduzido quando plantas de *Sinapis arvensis* (L.) (Brassicaceae) foram mantidas em associação no campo (DAHLIN; NINKOVIC, 2013).

A presença de plantas espontâneas no ambiente pode favorecer as populações de insetos benéficos pela disponibilidade em hospedar e ofertar recursos alimentares e não alimentares (ELLIS, 1992; SMITH et al., 2011). A presença de cardo mariano, *Sylibum marianum* (L.) (Asteraceae), nas margens de cultivos de alfafa, funcionou como refúgio para população de Coccinellidae que se moveu para o cultivo quando a vegetação espontânea foi removida, reduzindo a população de pulgões (VILLEGAS et al., 2013).

Dada à complexa interação existente num ambiente diversificado, a predação intraguilddia pode ser considerada uma forma de interação não interessante quando se pensa em controle biológico. Neste sentido, estudo com a utilização de isótopo estável demonstrou que a presença de plantas espontâneas de metabolismo C4 reduz a predação intraguilddia de predadores generalistas em

cultivos de banana (metabolismo C3), devido à disponibilidade de presas alternativas, evidenciando um mecanismo pouco estudado do papel da vegetação espontânea nos agroecossistemas (TIXIER et al., 2013).

Nas últimas décadas, a utilização de gramíneas espontâneas, como o capim napier ou capim elefante, *Pennisetum purpureum*, Schum e o capim-sudão, *Sorghum sudanensis* (Poaceae), como plantas atrativas (armadilhas), e o capim-gordura, *Melinis minutiflora* (Poaceae) e *Desmodium* sp. (Fabaceae), como repelentes de espécies de lepidópteros, *Busseola fusca* (Fuller, 1901) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Pyralidae) em cultivos de milho na África têm sido mundialmente conhecida como estratégia “push-pull”, pelos significativos resultados na diminuição de danos provocados pelas pragas e aumento das taxas de parasitismo (KHAN et al., 2000; KHAN et al., 2003).

As implicações da utilização de plantas espontâneas como estratégia de diversificação em agroecossistemas visando à conservação, manutenção e favorecimento da ação de inimigos naturais na regulação de populações de insetos-pragas estendem-se além das relações alimentares, envolve também efeitos da prática de manejo e do conjunto de espécies envolvidas no complexo ambiental (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000; JONSSON; MALMQVIST, 2003).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas espontâneas em cultivos de couve oferecem recursos importantes, capaz de hospedar maior diversidade de artrópodes, sem fomentar a presença de espécies pragas. Isto é um aspecto importante que deve ser considerado quando visa à diversificação vegetal em ambientes agrícolas.

Parasitoides e predadores (Coccinellidae) de pulgões não tiveram suas populações aumentadas nas plantas de couve, em razão da presença da vegetação espontânea, de modo que estes inimigos naturais não foram responsáveis por menores infestações de pulgões.

A presença da vegetação espontânea influenciou a regulação da infestação de pulgões nas plantas de couve, no entanto, diferentes mecanismos podem estar envolvidos neste efeito, e estes são relacionados à forma alar e às pistas visuais para localização do hospedeiro.

A presença/ausência, o período de coexistência entre as plantas de couve e as espontâneas e as diferentes composições de espécies espontâneas foram estudados em função dos níveis populacionais de pulgões e seus inimigos naturais, e os resultados são considerados passos iniciais para compreensão do papel de plantas espontâneas em ambientes olerícolas, regulando as populações de pulgões. Avanços nesta linha podem ser obtidos a partir da investigação de características ecológicas relacionadas às espécies espontâneas, à determinada espécie de inseto-praga e seus inimigos naturais.

REFERÊNCIAS

- ADUBA, O. L. et al. Flowering plant effects on adults of the stink bug parasitoid *Aridelus rufotestaceus* (Hymenoptera : Braconidae). **Biological Control**, Orlando, v. 67, n. 3, p. 344–349, Dec. 2013.
- ALTIERI, M. A.; LETOURNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, Guildford, v. 1, n. 4, p. 405–430, Dec. 1982.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.
- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 74, n. 1-3, p. 19–31, June 1999.
- ALTIERI, M. A.; WHITCOMB, W. H. Manipulation of insects patterns through seasonal disturbance of weed communities. **Protection Ecology**, New York, v. 1, p. 185-202, 1979.
- AMARAL, D. S. S. L. et al. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control**, Orlando, v. 64, n. 3, p. 338–346, Mar. 2013.
- ANDOW, D. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 36, p. 561-586, Jan. 1991.
- AZADI, H. et al. Organic agriculture and sustainable food production system: Main potentials. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 144, n. 1, p. 92–94, Nov. 2011.

BAJWA, A. A. Sustainable weed management in conservation agriculture. **Crop Protection**, Guildford, v. 65, p. 105–113, Nov. 2014.

BALZAN, M. V.; WÄCKERS, F. L. Flowers to selectively enhance the fitness of a host-feeding parasitoid : adult feeding by *Tuta absoluta* and its parasitoid *Necremnus artynes*. **Biological Control**, Orlando, v. 67, n. 1, p. 21–31, Oct. 2013.

BÀRBERI, P. et al. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. **Weed Research**, Oxford, v. 50, n. 5, p. 388–401, 2 Oct. 2010.

BARBOSA, P. **Conservation biological control**. San Diego: Academic Press, 1998. 396 p.

BOOTH, B. D.; MURPHY, S. D.; SWANTON, C. J. **Weed ecology in natural and agricultural systems**. Cambridge: CABI Publishing, 2003. 303 p.

BRAINARD, D. C. et al. Weed ecology and nonchemical management under strip-tillage: implications for Northern U.S. vegetable cropping systems. **Weed Technology**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 218–230, Mar. 2013.

BROWN, M.; MATHEWS, C. Conservation biological control of spirea aphid, *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae) on apple by providing natural alternative food resources. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 105, n. 3, p. 537–540, 2008.

BRYANT, A. et al. Cover crop mulch and weed management influence arthropod communities in strip-tilled cabbage. **Pest Management Science**, Sussex, v. 42, n. 2, p. 293–306, Apr. 2013.

BUGG, R.; WADDINGTON, C. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 50, n. 1, p. 11-28, July 1994.

BURGIO, G.; LANZONI, A. Parasitic hymenoptera fauna on agromyzidae (Diptera) colonizing weeds in ecological compensation areas in Northern Italian agroecosystems. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 2, p. 298-306, Apr. 2007.

CABALLERO-LÓPEZ, B. et al. Weeds, aphids, and specialist parasitoids and predators benefit differently from organic and conventional cropping of winter cereals. **Journal of Pest Science**, Amsterdam, v. 85, n. 1, p. 81-88, Dec. 2011.

CAPINERA, J. L. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. **Weed Science**, Champaign, v. 53, n. 6, p. 892-901, Nov. 2005.

CHAUHAN, B. S.; SINGH, R. G.; MAHAJAN, G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. **Crop Protection**, Guildford, v. 38, p. 57-65, Aug. 2012.

CLÉMENTS, D.; WEISE, S.; SWANTON, C. Integrated weed management and weed species diversity. **Phytoprotection**, Saint-Hyacinthe, v. 75, n. 1, p. 1-18, 1994.

CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 67-78.

COSTELLO, M. J.; ALTIERI, M. A. Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera : Aphididae) on broccoli grown in living mulches. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 52, n. 2-3, p. 187-196, Feb. 1995.

DAHLIN, I.; NINKOVIC, V. Aphid performance and population development on their host plants is affected by weed-crop interactions. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 50, n. 5, p. 1281–1288, July 2013.

DE LA FUENTE, E. B.; PERELMAN, S.; GHERSA, C. M. Weed and arthropod communities in soyabean as related to crop productivity and land use in the Rolling Pampa, Argentina. **Weed Research**, Oxford, v. 50, n. 6, p. 561–571, 2010.

ELLIS, P. R. The Influence of weed vegetation on populations of aphids and their natural enemies. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 20, n. 1, p. 71–75, Mar. 1992.

GAREAU, T. L. P.; LETOURNEAU, D. K.; SHENNAN, C. Relative densities of natural enemy and pest insects within California hedgerows. **Environmental Entomology**, College Park, v. 42, n. 4, p. 688–702, Aug. 2013.

GHERSA, C. . et al. Advances in weed management strategies. **Field Crops Research**, v. 67, n. 2, p. 95–104, jul. 2000.

HADDAD, N. M. et al. Plant species loss decreases arthropod diversity and shifts trophic structure. **Ecology Letters**, Oxford, v. 12, n. 10, p. 1029–1039, Oct. 2009.

HARO, M. M. **Controle biológico conservativo de pragas em cultivo protegido de tomate orgânico**. 2011. 88 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

HEADRICK, D. H.; GOEDEN, R. D. Biological control as a tool for ecosystem management. **Biological Control**, Orlando, v. 21, n. 3, p. 249–257, July 2001.

IRVIN, N. A. et al. Evaluating the potential of buckwheat and cahaba vetch as nectar producing cover crops for enhancing biological control of *Homalodisca*

vitripennis in California vineyards. **Biological Control**, Orlando, v. 76, p. 10–18, Sept. 2014.

JAMONT, M.; CRÉPELLIÈRE, S.; JALOUX, B. Effect of extrafloral nectar provisioning on the performance of the adult parasitoid *Diaeretiella rapae*. **Biological Control**, Orlando, v. 65, n. 2, p. 271–277, May 2013.

JONSSON, M. et al. Habitat manipulation to mitigate the impacts of invasive arthropod pests. **Biological Invasions**, Amsterdam, v. 12, n. 9, p. 2933–2945, Sept. 2010.

JONSSON, M.; MALMQVIST, B. Mechanisms behind positive diversity effects on ecosystem functioning: testing the facilitation and interference hypotheses. **Oecologia**, Berlin, v. 134, n. 4, p. 554–559, Mar. 2003.

KHAN, Z. R. et al. Exploiting chemical ecology and species diversity: stem borer and striga control for maize and sorghum in Africa. **Pest Management Science**, Sussex, v. 56, n. 11, p. 957–962, Nov. 2000.

KHAN, Z. R. et al. Strategies for control of cereal stemborers and striga weed in maize-based farming systems in eastern africa involving “ push-pull ” and allelopathic tactics , respectively. **Afriacan Crop Science Conference Proceedings**, Uganda, v. 6, p. 602–608, 2003.

KHAN, Z. R. et al. Chemical ecology and conservation biological control. **Biological Control**, Orlando, v. 45, n. 2, p. 210–224, May 2008a.

KHAN, Z. R. et al. Farmers’ perceptions of a “push–pull” technology for control of cereal stemborers and Striga weed in western Kenya. **Crop Protection**, Guildford, v. 27, n. 6, p. 976–987, June 2008b.

KREWENKA, K. M. et al. Landscape elements as potential barriers and corridors for bees, wasps and parasitoids. **Biological Conservation**, Essex, v. 144, n. 6, p. 1816–1825, June 2011.

LANDIS, D.; WRATTEN, S.; GURR, G. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 45, p. 175-201, Jan. 2000.

LU, Z.-X. et al. Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: prospects for enhanced use in agriculture. **Insect Science**, Victoria, v. 21, n. 1, p. 1–12, Feb. 2014.

MARSHALL, E. J. P. et al. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. **Weed Research**, Oxford, v. 43, n. 2, p. 77–89, Apr. 2003.

MELANDER, B. et al. European perspectives on the adoption of nonchemical weed management in reduced-tillage systems for arable crops. **Weed Technology**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 231–240, Mar. 2013.

MERTZ, N. R. **Controle biológico do pulgão *Aphis gossypii* GLOVER (Hemiptera : Aphidae) em cultivo protegido de pepino com cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*)**. 2009. 55 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. **Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas**. Brasília: MDA, 2007. 31 p.

NORRIS, R. F.; KOGAN, M. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual review of entomology**, Stanford, v. 50, p. 479–503, 2005.

NORRIS, R.; KOGAN, M. Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. **Weed Science**, Champaign, v. 48, n. 1, p. 94–158, Jan. 2000.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.

PALM, C. et al. Conservation agriculture and ecosystem services: an overview. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 187, p. 87-105, Apr. 2014.

PEREIRA, W.; MELO, W. F. de. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 8 p. (Circular Técnica, 62).

PIFFNER, L. et al. Impact of wildflower strips on biological control of cabbage lepidopterans. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 129, n. 1-3, p. 310–314, Jan. 2009.

PINHEIRO, L. A. et al. Effect of floral resources on longevity and nutrient levels of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). **Biological Control**, Orlando, v. 67, n. 2, p. 178–185, Nov. 2013.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 01–24, set. 1987.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, London, v. 365, n. 1554, p. 2959–2971, Sept. 2010.

RASMUSSEN, I. A. et al. Effects on weeds of management in newly converted organic crop rotations in Denmark. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 113, n. 1-4, p. 184–195, Apr. 2006.

REKHA, B.; RAMKUMAR, J. Diversity of coccinellids in cereals, pulses, vegetables and in weeded and partially weeded rice-cowpea ecosystems in

Madurai District of Tamil Nadu. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 96, n. 1-6, p. 251–264, June 2009.

ROBINSON, K. A. et al. Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 9, n. 2, p. 172–181, Mar. 2008.

ROOT, R. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 43, n. 1, p. 95–124, 1973.

RYSZKOWSKI, L. et al. Aboveground insect biomass in agricultural landscapes of Europe. In: BUNCE, R. G.; RYSZKOWSKI, H. L.; PAOLETTI, M. G. (Ed.). **Landscape ecology and agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 71–82.

SANGUANKEO, P. P. **Impact of weed management practices on grapevine growth, yield components, plant and arthropod abundance, and carabid seed predation in paso robles vineyard**. 2009. 168 p. Thesis (Master of Science in Agriculture, with Specialization in Plant Protection Science) - Faculty of California Polytechnic State University, San Luis, 2009.

SASKA, P. et al. Weeds determine the composition of carabid assemblage in maize at a fine scale. **Scientia Agriculturae Bohemica**, Prague, v. 45, n. 2, p. 85–92, July 2014.

SHIRI, F. et al. The role of organic agriculture in management of agricultural production resources. **Switzerland Research Park Journal**, Mahabad, v. 102, n. 10, p-1117-1138, Oct. 2013.

SILVA, A.; HARO, M.; SILVEIRA, L. Diversity of the arthropod fauna in organically grown garlic intercropped with fodder radish. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Espírito Santo, v. 7, n. 1, p. 121-131, 2012.

SILVA, E. B. et al. Effect of ground cover vegetation on the abundance and diversity of beneficial arthropods in citrus orchards. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 100, n. 4, p. 489–499, Aug. 2010.

SILVEIRA, L. C. P. et al. Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 780–787, nov./dez. 2009.

SILVEIRA, L. C. P. et al. Plantas cultivadas e invasoras como habitat para predadores do gênero *Orius* (Wolff)(Heteroptera: Anthocoridae). **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 261–265, 2003.

SMITH, E. A. et al. Weed hosts for onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) and their potential role in the epidemiology of onion yellow spot virus in an onion ecosystem. **Environmental Entomology**, College Park, v. 40, n. 2, p. 194–203, Apr. 2011.

THIES, C.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. **Oikos**, Buenos Aires, v. 10, n. 1, p. 18–25, Apr. 2003.

TIXIER, P. et al. Weeds mediate the level of intraguild predation in arthropod food webs. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 137, n. 9, p. 702–710, Nov. 2013.

TOEPFER, S.; ZELLNER, M.; KUHLMANN, U. Food and oviposition preferences of *Diabrotica v. virgifera* in multiple-choice crop habitat situations. **Entomologia**, Berlin, v. 1, n. 1, p. 60–68, 2013.

ULBER, L. **Weed species diversity in cropping systems**: management and conservation strategies. 2010. 89 p. Dissertation (Doktorgrades) - Universität Göttingen, Göttingen, 2010.

VAN EMDEN, H. F. The role of the uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. **Scientific Horticulture**, Kent, v. 17, p. 121-136, 1965.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 48, n. 2, p. 123-139, Apr. 2003.

VENZON, M. et al. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 371-376, maio/jun. 2006.

VILLEGAS, C. M. et al. Movement between crops and weeds: temporal refuges for aphidophagous insects in Central Chile. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago de Chile, v. 40, n. 2, p. 317-326, 2013.

WYSS, E. The effects of weed strips on aphids and aphidophagous predators in an apple orchard. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 75, n. 1, p. 43-49, Apr. 1995.

YARDIM, E.; EDWARDS, C. Effects of weed control practices on surface-dwelling arthropod predators in tomato agroecosystems. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 30, n. 4, p. 379-386, Aug. 2002.

ZACHÉ, B. **Manejo de biodiversidade em cultivo orgânico de alface (*Lactuca sativa*) através do uso de cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*) como planta atrativa**, 2009. 60 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

ZANATTA, J. F. et al. Interferência de plantas daninhas em culturas olerícolas. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 39-57, 2006.

CAPÍTULO 2

Influência da vegetação espontânea nas entrelinhas do cultivo de couve sobre a diversidade, riqueza e abundância de insetos, infestação de pulgões e inimigos naturais

RESUMO

Agroecossistemas diversificados fornecem recursos alimentares e não alimentares para a comunidade de artrópodes, incluindo pragas e inimigos naturais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade e abundância de artrópodes, bem como a infestação de pulgões e inimigos naturais em cultivo de couve associado à vegetação espontânea nas entrelinhas. O trabalho foi realizado na área de produção hortícola do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais. Utilizaram-se duas áreas de 340m² cada, distanciadas 50m, sendo uma mantida com o cultivo constantemente limpo e outra com presença constante da vegetação espontânea nas entrelinhas. Cada cultivo consistiu do plantio de 10 linhas com 16 m de comprimento cada. As plantas foram espaçadas com 1 m entre linhas e 0,80 m entre si, contendo 20 plantas por linha. As coletas de artrópodes foram realizadas por meio de sugador bucal e rede entomológica. Maior abundância, riqueza e diversidade de artrópodes foram encontradas no cultivo associado à vegetação espontânea. Menor infestação de *L. erysimi* e maior quantidade de pulgões parasitados e ovos de Syrphidae foram observados no cultivo de couve com mato. Também nesse cultivo, tanto predadores quanto parasitoides apresentaram maior acúmulo de indivíduos. Portanto, manter a vegetação espontânea associada ao cultivo de couve conserva e favorece a diversidade de artrópodes pela oferta de recursos importantes ao longo do ciclo de cultivo e regula a infestação de pulgões em plantas de couve.

Palavras-chave: Planta espontânea. Parasitoide. Predador. Agroecossistema.

ABSTRACT

Diversification of agroecosystems provide foods and habitat resources to arthropod community, including pests and natural enemies. This work aimed evaluate the diversity and abundance of arthropods, pest and natural enemies infestations in cabbage crops associated weed. The work was carried out in horticultural area production of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais. For each crop, we used two areas of 340-m² apart 50-m, one of them kept to weeding and another one non-weeding. Plots were 10 lines measuring 16-m. Plants were spaced 1-m between rows and 0.80-m themselves, 20 plants/row in total. Arthropods were collected by oral sucker and sweep netting. Abundance, species richness diversity of arthropods were found in crop weed associated. Cabbage associated weed showed low infestation for aphid *L. erysimi*, and enhanced number of parasitized aphids and Syrphidae eggs. In same treatment, predators and parasitoid was higher in weed association, So, keep weed associated with cabbage crop improve arthropod diversity thought availability important resources entire crop cycle and regulate aphid infestation in cabbage plants.

Keywords: Weed. Parasitoid. Predator. Agroecosystem.

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas sustentáveis de produção agrícola, como os cultivos orgânicos e agroecológicos, o manejo de insetos-pragas e inimigos naturais demanda por estratégias de uso e manipulação de componentes do ambiente. Para isto, a manipulação do habitat pela promoção da diversificação vegetal pode ser uma importante medida adotada para regular comunidades de artrópodes em cultivos olerícolas, disponibilizando recursos importantes para diversidade de insetos benéficos, como parasitoides e predadores (BARBOSA, 1998), os quais podem ser afetados por práticas de manejo inadequadas, como o uso intensivo de agrotóxicos.

Cultivos de couve sofrem com o ataque de diversas espécies de insetos pragas, bem como com a infestação de plantas invasoras. Para regular estas pragas é comum o uso intensivo de inseticidas e herbicidas que são responsáveis por efeitos nocivos ao homem e ao ambiente. Para cultura da couve são 20 inseticidas registrados no Ministério da Agricultura (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, ABASTECIMENTO, 2015). Além destes, aplicações intensas de herbicidas ao longo dos anos simplificaram e alteraram a estrutura ecológica de diversos ambientes agrícolas, afetando populações de pragas e inimigos naturais (BIANCHI; BOOIJ; TSCHARNTKE, 2006).

Inimigos naturais também são afetados pela simplificação de ambientes agrícolas, formados apenas pelo cultivo de uma única espécie vegetal, onde outros componentes vegetais como áreas não cultivadas ocupadas por faixas de vegetação espontânea estão completamente ausentes e isto favorece o surgimento e a ocorrência de surtos populacionais de pragas nos cultivos ao longo dos anos (ALTIERI, 1999). Para reverter este quadro, se faz necessária a diversificação vegetal para que haja oferta de recursos importantes para os artrópodes benéficos (CARRIÉ; GEORGE; WÄCKERS, 2012; ROBINSON et al., 2008). Para isso,

nos últimos anos diversas estratégias vêm sendo estudadas em todo o mundo (GILLESPIE et al., 2011; KASPI; YUVAL; PARRELLA, 2011; NILSSON et al., 2011).

O Brasil ao lado da China e Cuba são os três países em desenvolvimento com maior volume de trabalhos na área de controle biológico conservativo (WYCKHUYS et al., 2013). No país, pesquisas importantes têm mostrado os esforços para promover a diversidade vegetal em agroecossistemas brasileiros (MERTZ, 2009; SILVA; HARO; SILVEIRA, 2012; SILVEIRA et al., 2009; TOGNI, 2014; VENZON et al., 2006). Porém, o interesse pelo papel que a vegetação espontânea desempenha nos ambientes agrícolas, favorecendo populações de inimigos naturais, ainda é escasso (AMARAL et al., 2013); por isso, a importância de conhecer a composição, abundância riqueza e diversidade das estratégias ecológicas, principalmente fitófagos, predadores e parasitoides em cultivos associados à vegetação espontânea.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é conhecer a abundância, riqueza e diversidade da entomofauna, bem como avaliar infestação de espécies pragas e inimigos naturais em cultivo de couve associado à presença da vegetação espontânea nas entrelinhas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área de produção hortícola do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Controle Biológico Conservativo no Departamento de Entomologia (LABCON – DEN), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil (21° 13' 51,06''S, 44° 58' 34,36''O, com altitude de 905 metros), durante os meses de junho e agosto de 2014.

Mudas de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) (Brassicaceae) cultivar Geórgia foram produzidas em bandejas de polietileno contendo 200 células preenchidas com substrato Bioplant[®]. As mudas foram transplantadas após 30 dias da emergência para duas áreas de 340m² cada, distanciadas 50m, sendo uma mantida com o cultivo constantemente limpo entrelinha, e outra com presença constante da vegetação espontânea apenas nas entrelinhas, a partir do 15º dia após o transplântio. Para manter o cultivo ausente da vegetação espontânea foram realizadas capinas manuais com auxílio de enxada, sempre que necessário.

Em cada área realizou-se plantio de couve, ocupando uma área de 160m². Cada cultivo consistiu do plantio de 10 linhas com 16 m de comprimento cada. As plantas foram espaçadas com 1 m entre linhas e 0,80 m entre si, contendo 20 plantas por linha, totalizando 200 plantas. Em cada cultivo foram demarcadas cinco parcelas em sentido perpendicular às linhas de plantio, abrangendo as seis linhas centrais, cada linha contendo três plantas, totalizando 18 plantas em cada parcela, considerando as duas linhas de plantas da extremidade e uma em cada lateral da parcela como bordadura.

2.1 Amostragens da entomofauna nas plantas cultivadas

As amostragens de artrópodes ocorreram durante dez semanas consecutivas, uma coleta por semana, e foram realizadas de modo aleatório em cinco plantas da área útil, sendo os indivíduos coletados diretamente nas plantas com o auxílio de sugador bucal, adotando um esforço amostral de cinco minutos por planta. Para realização da amostragem foram sugados todos os artrópodes presentes nas plantas, com exceção dos pulgões, que foram avaliados conforme descrito adiante.

Após cada amostragem, os insetos coletados foram imersos em álcool 70%, mantidos em frascos tampados, e levados ao LABCON – DEN/UFLA, para posterior triagem e identificação. As identificações dos táxons foram realizadas por meio de chaves dicotômicas, com auxílio de microscópio estereoscópio com até 80x, para as principais famílias dos artrópodes coletados.

2.2 Amostragens da entomofauna na vegetação espontânea

As amostragens dos artrópodes presentes na vegetação espontânea, localizadas nas entrelinhas, foram realizadas por meio de rede entomológica. Cada amostra foi composta pelo montante de insetos capturados por dez redadas em cada parcela. Em seguida, o material coletado foi depositado em saco plástico etiquetado, e ao término das amostragens, encaminhado ao LABCON – DEN/UFLA, onde foram mantidos em freezer até a morte de todos os indivíduos. Logo após, os artrópodes foram depositados em bandeja plástica branca, pinçados e mantidos em álcool 70% para posterior identificação.

Os métodos distintos para realização das coletas dos artrópodes foram utilizados para obter maior capacidade de captura, tanto nas plantas cultivadas,

sugando os insetos presentes nas folhas, quanto na vegetação espontânea, passando a rede na entrelinha.

2.3 Avaliação de ovos e larvas de Syrphidae

A presença de larvas e ovos de Syrphidae nos cultivos foi avaliada semanalmente, em cinco plantas de couve amostradas ao acaso em cada parcela. Para quantificação das formas imaturas, observaram-se todas as folhas (região abaxial e adaxial), ramos e hastes das plantas, com auxílio de um contador manual, sendo a quantidade registrada pelo somatório da contagem nas cinco plantas.

A avaliação de ovos e larvas de Syrphidae se fez necessária devido à capacidade de predação de larvas sobre pulgões e pela abundância de adultos nos cultivos realizando oviposição na cultura.

2.4 Infestação de *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi* em plantas de couve

Ninfas, adultos (alados e ápteros) e pulgões parasitados (mumificados) das espécies *B. brassicae* e *L. erysimi* foram contabilizados semanalmente ao fim de dez semanas. Em cada parcela cinco plantas de couve foram tomadas ao acaso, onde se realizou contagem da colônia infestante em duas folhas, sendo uma folha em expansão e outra totalmente expandida, localizadas na região central e região externa da planta, respectivamente, com auxílio de contador manual, registrando-se a quantidade referente a cada espécie de afídeo. Deste modo, também foi contabilizada a presença de pulgões parasitados (múmias), mas independente da espécie do afídeo.

2.5 Análise dos dados

Os insetos coletados por meio de sugador e rede entomológica foram identificados e a partir da abundância absoluta de cada táxon, foram gerados os índices de diversidade de Shannon (H') e a riqueza de espécie (S) para cada semana de coleta, utilizando o software Past[®]. Os índices de diversidade H' foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e quando os dados assumiram normalidade, as médias foram comparadas pelo teste t de Student para duas amostras independentes. No caso de não normalidade, foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney-Wilcoxon para duas amostras independentes. Também foram calculadas as abundâncias relativas (%) de cada táxon, agrupando-os segundo estratégia ecológica (predadores, parasitoides e fitófagos). A abundância relativa foi calculada pela relação entre a abundância absoluta de cada táxon e o total de indivíduos coletados em cada tratamento, multiplicado por 100 para representar o resultado em porcentagem.

As análises das estratégias ecológicas foram realizadas utilizando modelos lineares generalizados utilizando log como função de ligação e os dados assumindo a distribuição de Poisson, devido à natureza dos dados oriundos a partir de contagens. Para realização das análises considerou-se a abundância semanal de cada estratégia ecológica, a infestação média por planta das espécies dos afídeos *B. brassicae* e *L. erysimi*, pulgões parasitados, ovos e larvas de sirfídeos, predadores e parasitoides acumulados como variáveis respostas, e os tratamentos como efeito fixo, utilizando-se o ambiente R[®] (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

3 RESULTADOS

Diferenças significativas entre os tratamentos foram observadas em relação ao índice de diversidade de Shannon (H'), tanto para as coletas realizadas nas plantas de couve ($W = 19,5$, $P = 0,0232$) (Tabela 1), quanto nas entrelinhas de cultivo vegetação ($T = -3,693$, $df = 15,047$, $P = 0,0021$) (Tabela 2).

Trips pertencentes à família Thripidae apresentaram maior abundância relativa tanto em couve no limpo, quanto no mato. No tratamento com plantas de couve no limpo, parasitoides pertencentes à família Braconidae, vem logo após, seguido dos Figitidae. No tratamento com mato, os mirídeos foram os indivíduos na segunda posição no ranking de abundância, seguido dos Figitidae (Tabela 1).

Tabela 1 Abundância total e relativa (%) de táxons coletados por meio de sugador em cultivos de couve com e sem vegetação espontânea, onde FI=Fitófagos, PA=Parasitoide, PR= Predador, DE= Detritívoros, PO= Polinizador e ZF=Zoofitófago. UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

Táxons	CSVE ¹		CCVE ²	
	Total	% Relativa	Total	% Relativa
1. Thripidae FI	32	26,67	29	17,37
2. Braconidae PA	29	24,17	18	10,78
3. Figitidae PA	14	11,67	19	11,38
4. Eulophidae PA	13	10,83	7	4,19
5. <i>Diabrotica speciosa</i> FI	8	6,67	10	5,99
6. Encyrtidae PA	4	3,33	9	5,39
7. Miridae ZF	4	3,33	20	11,98
8. Diapriidae PA	3	2,50	1	0,60
9. Diptera DE	3	2,50	11	6,59
10. Ceraphoridae PA	1	0,83	1	0,60
11. Cercopidae FI	1	0,83	1	0,60
12. Chrysomelidae FI	1	0,83	4	2,40
13. <i>Eriopis connexa</i> PR	1	0,83	1	0,60
14. <i>Hippodamia convergens</i> PR	1	0,83	-	-

Tabela 1, conclusão

Táxon	CSVE ¹		CCVE ²	
	Total	% Relativa	Total	% Relativa
15. Phaeolothripidae FI	1	0,83	2	1,20
16. Pteromalidae PA	1	0,83	1	0,60
17. Scolytidae FI	1	0,83	-	-
18. Staphylinidae PR	1	0,83	2	1,20
19. Vespidae PR	1	0,83	-	-
20. Syrphidae PR	-	-	7	4,19
21. Lygaeidae FI	-	-	3	1,80
22. Anthocoridae PR	-	-	2	1,20
23. Bruchidae FI	-	-	2	1,20
24. Dolichopodidae PR	-	-	2	1,20
25. Ichneumonidae PA	-	-	2	1,20
26. Mymaridae PA	-	-	2	1,20
27. <i>Scymnus</i> sp.2 PR	-	-	2	1,20
28. <i>Brachiacantha</i> sp. PR	-	-	1	0,60
29. Chrysopidae PR	-	-	1	0,60
30. <i>Cycloneda sanguinea</i> PR	-	-	1	0,60
31. Membracidae FI	-	-	1	0,60
32. Rophalidae FI	-	-	1	0,60
33. Scelionidae PA	-	-	1	0,60
34. Tachinidae PA	-	-	1	0,60
35. Trichogrammatidae PA	-	-	1	0,60
36. <i>Trigonasp.</i> PO	-	-	1	0,60
Total	120		167	
Riqueza (S)	19		33	
H'	1,300a		1,894b	

Letras distintas indica diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Whitney-Wilcoxon.

¹ Couve sem vegetação espontânea.

² Couve com vegetação espontânea.

Indivíduos pertencentes à ordem Diptera apresentaram maior abundância quando coletados nas entrelinhas de couve no limpo, seguido de Braconidae e Eulophidae. As famílias Cercopidae, Cicadellidae e Miridae formam as três

famílias com maior abundância relativa de indivíduos coletados na vegetação espontânea presente nas entrelinhas do cultivo de couve (Tabela 2).

Tabela 2 Abundância total e relativa (%) de táxons coletados, por meio de rede entomológica, em vegetação espontânea associada ao cultivo de couve, onde FI=Fitófagos, PA=Parasitoide, PR= Predador, DE= Detritívoros, PO= Polinizador e ZF=Zoofitófago. UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

Táxon	CSVE ¹		CCVE ²	
	Total	% Rel.	Total	% Rel.
1. Diptera DE	10	14,93	44	9,36
2. Braconidae PA	9	13,43	10	2,13
3. Eulophidae PA	6	8,96	4	0,85
4. Thripidae FI	5	7,46	12	2,55
5. Cicadellidae FI	4	5,97	108	22,98
6. Figitidae PA	4	5,97	20	4,26
7. Staphylinidae PR	4	5,97	4	0,85
8. Miridae ZF	3	4,48	49	10,43
9. Syrphidae PR	3	4,48	9	1,91
10. Anthophoridae PO	2	2,99	-	-
11. Cercopidae FI	2	2,99	120	25,53
12. <i>Diabrotica speciosa</i> FI	2	2,99	14	2,98
13. Formicidae DE	2	2,99	-	-
14. Gelechiidae FI	2	2,99	6	1,28
15. Ichneumonidae	2	2,99	3	0,64
16. Apidae PO	1	1,49	16	3,40
17. Ceraphoridae PA	1	1,49	-	-
18. Chrysomelidae FI	1	1,49	9	1,91
19. Diapriidae PA	1	1,49	-	-
20. Dolichopodidae PR	1	1,49	9	1,91
21. Encyrtidae PA	1	1,49	7	1,49
22. Mymaridae PA	1	1,49	-	-
23. Vespidae PR	-	-	5	1,06
24. Formicidae DE	-	-	4	0,85
25. Phaeothripidae FI	-	-	4	0,85

Tabela 2, conclusão

Táxon	CSVE ¹		CCVE ²	
	Total	% Rel.	Total	% Rel.
26. Eurytomidae PA	-	-	2	0,43
27. Halictidae PO	-	-	2	0,43
28. Arctiidae FI	-	-	1	0,21
29. Chrysopidae PR	-	-	1	0,21
30. <i>Harmonia axyridis</i> PR	-	-	1	0,21
31. Platygastridae PA	-	-	1	0,21
32. Pompilidae PR	-	-	1	0,21
33. Pyralidae FI	-	-	1	0,21
34. <i>Scymnus</i> sp.3 PR	-	-	1	0,21
35. Sphecidae PR	-	-	1	0,21
36. Tingidae FI	-	-	1	0,21
Total	67	100	470	100
Riqueza (S)	22		31	
H'	1,301a		1,913b	

Letras distintas indica diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

¹ Couve sem vegetação espontânea.

² Couve com vegetação espontânea.

Diferenças significativas entre os tratamentos foram observadas em relação à média de predadores por amostra, quando coletados nas plantas cultivadas (Tabela 3) e em relação às três diferentes estratégias ecológicas quando os espécimes foram coletados nas entrelinhas de cultivo (Tabela 4). Em ambos os tipos de coletas, maiores médias foram encontradas no tratamento com vegetação espontânea.

O ranking de abundância de cada estratégia ecológica demonstra que os parasitoides correspondem à maior abundância relativa em ambos os tratamentos, seguido de fitófagos e predadores quando coletados na planta de couve (Tabela 3), assim como observado no tratamento sem vegetação espontânea quanto à

coleta nas entrelinhas, enquanto que no tratamento com vegetação, os fitófagos apresentaram maior abundância em relação às demais estratégias (Tabela 4).

Tabela 3 Média por amostra e abundância relativa (%) de diferentes estratégias ecológicas de artrópodes, coletados por planta, utilizando sugador bucal, em cultivos de couve com e sem vegetação espontânea. UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

Estratégia ecológica	CSVE ¹		CCVE ²		<i>p</i>
	Média	Abundância relativa (%)	Média	Abundância relativa (%)	
Predador	0,36	7,63	1,00	17,73	0,0085
Parasitoide	2,60	55,08	2,56	45,39	0,93
Fitófago	1,76	37,29	2,08	36,88	0,415
Total	-	100,00	-	100,00	-

¹ Couve sem vegetação espontânea.

² Couve com vegetação espontânea.

p=*p*(value) pelo teste χ^2

Tabela 4 Média por amostra e abundância relativa (%) de diferentes estratégias ecológicas de artrópodes, coletados por m², utilizando rede entomológica, em cultivos de couve com e sem vegetação espontânea. UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

Estratégia ecológica	CSVE ¹		CCVE ²		<i>p</i>
	Média	Abundância relativa (%)	Média	Abundância relativa (%)	
Predador	0,72	18,00	2,64	6,92	0,0121
Parasitoide	1,84	50,00	3,76	13,54	0,0108
Fitófago	1,28	32,00	22,08	79,54	<0,0001
Total	-	100,0	-	100,00	-

¹ Couve sem vegetação espontânea.

² Couve com vegetação espontânea.

p=*p*(value) pelo teste χ^2

Ao longo do experimento, a infestação de pulgões nas plantas de couve ocorreu pelas espécies *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi*, assim, observou-se que a população de *L. erysimi* foi significativamente menor, média (\pm EP), $6,54 \pm 0,79$, que a de *B. brassicae*, $25,70 \pm 4,77$ por planta de couve ($\chi^2 = -19,75$, $df = 178$, $P < 0,0001$). Quando avaliada cada espécie de pulgão isoladamente, a presença da vegetação espontânea nas entrelinhas do cultivo influenciou significativamente a infestação de *L. erysimi*, com média de $5,78 \pm 1,14$, pulgões por planta no cultivo com mato, contra $7,28 \pm 1,09$ no cultivo limpo ($\chi^2 = -2,781$, $df = 16$, $P = 0,00542$). A população média de *B. brassicae* por planta de couve não foi afetada pela presença vegetação espontânea nas entrelinhas da cultura, $25,40 \pm 6,02$, no tratamento limpo e $26,00 \pm 7,49$, pulgões por planta no tratamento com mato ($\chi^2 = 0,57$, $df = 16$, $P = 0,569$) (Figura 1).

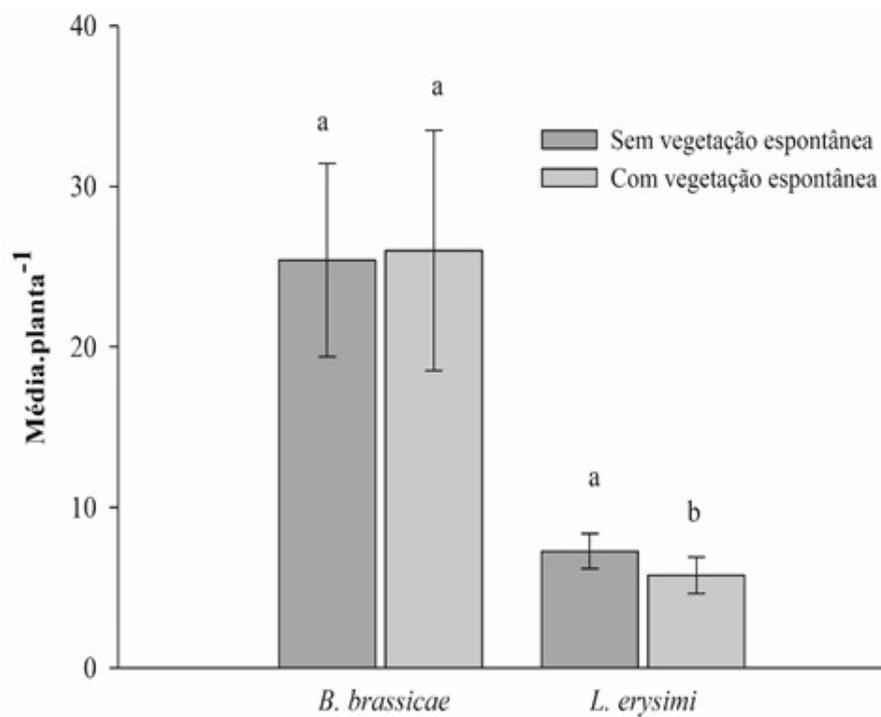


Figura 1 Média de *B. brassicae* e *L. erysimi* por planta de couve cultivada na presença e ausência da vegetação espontânea e média de afídeos por planta, utilizando teste χ^2 , onde letras iguais indica diferença não significativa e letras distintas indica diferença significativa a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

O número de pulgões parasitados foi crescente ao longo de todo experimento, tanto no cultivo de couve limpo, quanto na presença de mato nas entrelinhas do cultivo, porém, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao período total ($\chi^2 = -1,346$, $df = 56$, $P = 0,1785$). No entanto, quando os tratamentos foram comparados em relação à cada semana, houve diferenças significativas entre os tratamentos na sexta semana ($\chi^2 = 2,150$, $df = 56$, $P = 0,0316$) e sétima semana de coleta ($\chi^2 = 2,522$, $df = 56$, $P = 0,0117$), com maior acúmulo de múmias quando as plantas de couve foram mantidas no limpo (Figura 2).

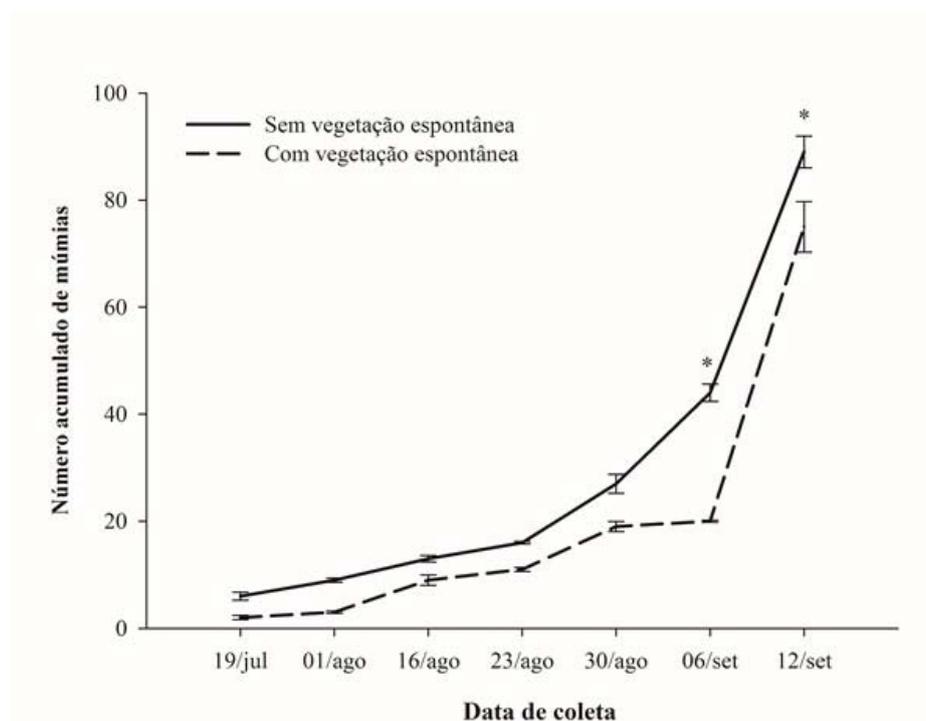


Figura 2 Acúmulo de múmias de pulgões parasitados em cultivos de couve na presença e ausência da vegetação espontânea, utilizando teste χ^2 , onde asterisco (*) indica diferença significativa a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

Em relação à presença de Syrphidae nas fases imaturas, observou-se que apresentou efeito significativo da vegetação espontânea sobre o número de ovos, com maior média no tratamento com vegetação espontânea ($\chi^2 = 2,038$, $df = 98$, $P = 0,0416$), por outro lado não se observaram diferenças significativas sobre o número de larvas ($\chi^2 = 0,232$, $df = 98$, $P = 0,817$) (Figura 3).

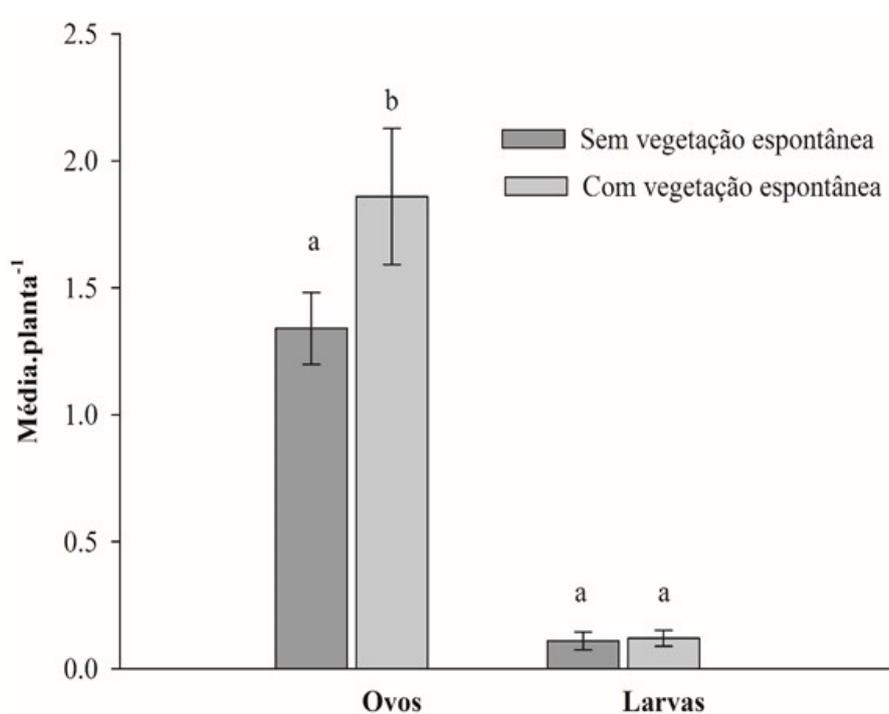


Figura 3 Média de ovos e larvas de Syrphidae por planta de couve, cultivada na presença e ausência da vegetação espontânea, utilizando teste χ^2 , onde letras iguais indica diferença não significativa e letras distintas indica diferença significativa a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

O número acumulado de predadores coletados nas plantas de couve e nas entrelinhas da cultura foi significativamente maior no tratamento com vegetação espontânea, que apresentou maior acúmulo de predadores ao longo de todo o período de coleta, em relação ao tratamento sem vegetação espontânea (Figuras 4A e 4B). O número acumulado de parasitoides não apresentou diferenças significativas nas coletas realizadas nas plantas de couve, entretanto, quando coletados nas entrelinhas, observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, com maior acúmulo de parasitoides no tratamento com vegetação espontânea nas entrelinhas (Figuras 4C e 4D).

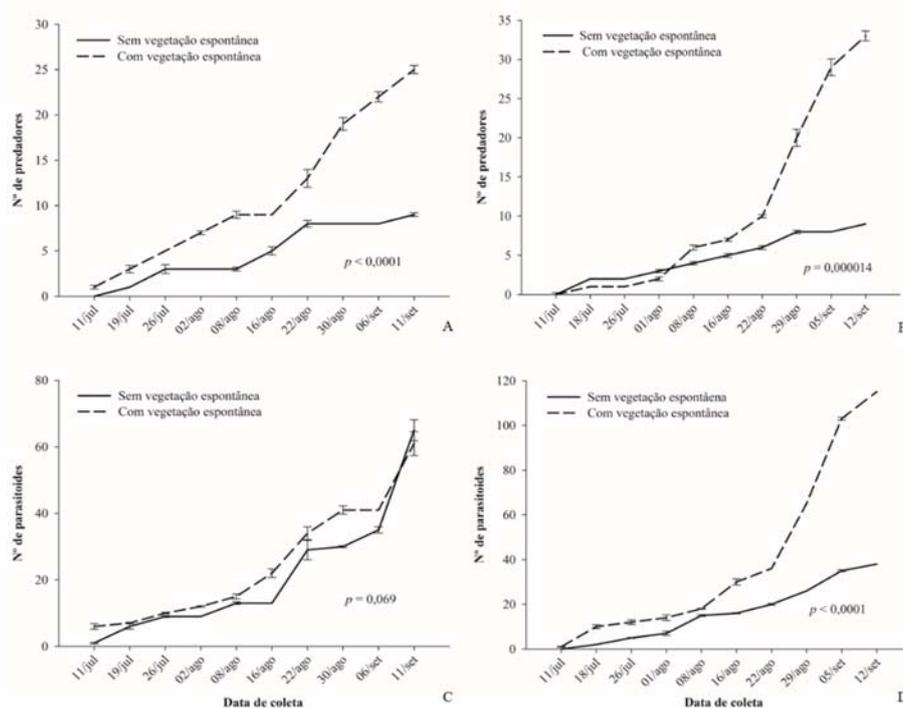


Figura 4 Acúmulo de predadores (A e B) e parasitoides (C e D) coletados em plantas de couve (A e C) e nas entrelinhas (B e D), durante o período de cultivo de couve na presença e ausência da vegetação espontânea, utilizando teste χ^2 . UFLA, Lavras-MG, julho/setembro de 2013.

4 DISCUSSÃO

Em cultivos de couve, tanto as coletas realizadas por meio de sugador, quanto aquelas realizadas nas entrelinhas demonstraram que a diversificação com plantas espontâneas resulta em maior riqueza e diversidade de artrópodes (Tabelas 1 e 2). Entretanto, a dominância dos cinco táxons mais abundantes no cultivo de couve sem vegetação espontânea foi de 80%, enquanto na couve com vegetação espontânea foi de 58%, indicando uma dominância maior no primeiro tratamento, resultando num menor índice Shannon (H'). Isto ocorre porque o índice H' é calculado com base na riqueza e na abundância de táxons levando à diminuição do índice de diversidade (RODRIGUES et al., 2008).

A maior riqueza de espécies encontrada na couve com vegetação espontânea é promovida pela disponibilidade de diferentes fontes de alimentos, locais para abrigo, reprodução, oviposição, favorecendo um conjunto de artrópodes, que envolvem predadores, parasitoides, fitófagos, detritívoros, polinizadores, por exemplo, que se beneficiam direta e indiretamente dos diferentes recursos (ALTIERI, 1995; LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000).

No entanto, um aspecto importante quando se busca encontrar e definir elementos para uma prática sustentável de produção agrícola é quanto à biodiversidade funcional (BÀRBERI et al., 2010). Apesar de indivíduos pertencentes à família Thripidae terem sido abundantes, não causaram injúrias nem perdas, assim, na cultura da couve, os táxons mais abundantes não corresponderam às principais pragas da cultura. Todavia, cultivos diversificados tendem a apresentar menores infestações de insetos fitófagos, mas geralmente as espécies encontradas em maior abundância não são consideradas pragas agrícolas (SILVA; HARO; SILVEIRA, 2012).

Hipóteses da concentração de recursos e inimigos naturais são utilizadas para explicar a dinâmica de insetos pragas e inimigos naturais dentro dos sistemas

diversificados (BARBOSA et al., 2009; ROOT, 1973; TAHVANAINEN; ROOT, 1972). Assim, os resultados obtidos neste trabalho revelaram que a utilização da vegetação espontânea como estratégia de diversificação em cultivos de couve influenciou uma infestação de fitófagos e inimigos naturais (Tabelas 3 e 4), o que demonstra a importante função deste tipo de vegetação para manutenção e conservação da diversidade de artrópodes nos agroecossistemas (ALTIERI, 1999).

Grupos de inimigos naturais apareceram bem ranqueados tanto nas amostragens com sugador, quanto com rede, como é o caso de Braconidae, importante família de parasitoides de pulgão. A maior abundância de indivíduos das diferentes estratégias ecológicas em cada tratamento (Tabelas 3 e 4) tem forte relação com a disponibilidade de recursos alimentares, reprodutivos e de abrigo (NORRIS; KOGAN, 2005).

Quanto à infestação de pulgões, a diferença significativa na população das espécies de pulgões *B. brassicae* e *L. erysimi* pode ser atribuída à presença de vegetação de cobertura do solo, situação em que não observou influência sobre a primeira espécie, ao contrário da segunda (Figura 1). A cobertura de solo com diferentes espécies vegetais também não apresentou efeito sobre o crescimento populacional de *B. brassicae*, em cultivo de brócolis, comparado ao cultivo sem cobertura (COSTELLO; ALTIERI, 1995). Maiores infestações de *B. brassicae* em relação à *M. persicae* em plantas de couve, quando associadas a outras espécies de brassicáceas, conferiram suscetibilidade associativa para a primeira espécie e resistência associativa para a segunda (LE GUIGO; ROLIER; LE CORFF, 2012).

A população do pulgão *L. erysimi* infestando plantas de couve foi menor quando estas plantas estiveram associadas à diversidade de plantas espontâneas, sugerindo que esta redução populacional tenha ocorrido devido à resistência associativa (ANDOW, 1991; ROOT, 1973). Resultados em plantas de cevada

infestadas naturalmente por *Rhopalosiphum padi* L., 1754 (Hemiptera: Aphididae) mostram redução na população do pulgão quando as plantas cultivadas estiveram associadas às plantas de mostarda silvestre *Sinapis arvensis* (Brassicaceae), e experimentos posteriores em laboratório com as mesmas espécies indicaram que a interação entre as plantas ocorreram por meio de sinalizações químicas mediadas pelas raízes e não pela parte aérea (DAHLIN; NINKOVIC, 2013).

A coexistência de plantas infestadas por pulgões com espécies de plantas espontâneas pode induzir consideráveis mudanças na qualidade das plantas cultivadas. Por isso, é possível que uma alteração na qualidade de plantas de couve tenha afetado a densidade e a formação das colônias de *L. erysimi*, como foi observado no campo, pois mudanças na qualidade da planta hospedeira são determinantes para a fecundidade de afídeos (AWMACK; LEATHER, 2002).

A ação de parasitoides sobre pulgões por meio do controle biológico natural é um mecanismo favorecido em ambientes diversificados, entretanto, neste trabalho, verificou-se maior acúmulo de pulgões parasitados (múmias) no tratamento sem vegetação espontânea (Figura 2), tratamento em que a população de *L. erysimi* foi maior (Figura 1), indicando que a ação de parasitoides influenciando a redução da praga parece não ter sido um fator chave no controle do afídeo, evidenciando a influência das plantas espontâneas sobre a espécie praga no tratamento com vegetação espontânea.

O efeito da vegetação espontânea sobre a oviposição de Syrphidae sinaliza para preferência por ambientes onde existam recursos disponíveis para a prole e adultos, bem como sítios de oviposição, onde possam depositar os ovos em locais protegidos de predadores e das intempéries climáticas, na tentativa de obter garantias de eclosão e de alimento para as larvas, néctar e pólen para os adultos, por exemplo (COLLEY; LUNA, 2000). Maior oviposição no cultivo com vegetação espontânea contraria parcialmente o estudo realizado por Gillespie et

al. (2011) que não observaram nenhum efeito entre a presença e ausência de recursos florais de *Loburaria maritima* (Brassicaceae) no cultivo de alface, em relação à oviposição de *Toxomerus marginatus* (Say, 1823) (Diptera: Syrphidae), mas concordam quanto à densidade de larvas, que também não sofreu influência da presença ou ausência de recursos florais, talvez pelo fato de as larvas presentes nos cultivos serem afidófagas.

Sirfídeos adultos ocasionalmente necessitam alternar os locais de oviposição e de obtenção de recursos florais entre o cultivo e a vegetação de borda (VAN RIJN; KOOIJMAN; WÄCKERS, 2013), sendo assim, a combinação de presas e outras fontes de alimentos ofertados pela presença da vegetação espontânea nas entrelinhas deve ter potencializado a oviposição, resultando em maior número de ovos por planta no cultivo com vegetação espontânea.

Maior acúmulo de predadores e parasitoides ocorreu independentemente do método de coleta utilizado, levando ao entendimento de que a manutenção da vegetação da entrelinha de cultivo parece ser uma estratégia interessante de manejo, para abundância de inimigos naturais dentro de uma escala temporal, condição obtida devido à distribuição e oferta escalonada dos diferentes recursos como néctar e pólen ofertados pelo florescimento gradual da vegetação espontânea ao longo do experimento, favorecendo a biologia reprodutiva de predadores, como por exemplo, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) que obteve aumento no sucesso reprodutivo, taxa intrínseca de crescimento e na oviposição (VENZON et al., 2006).

A presença de predadores e parasitoides ocorreu desde o primeiro momento de amostragem, coincidindo com o período inicial de desenvolvimento da cultura, e isto é importante para o manejo de pragas, principalmente em sistemas olerícolas, que normalmente possuem ciclos curtos de produção (FILGUEIRA, 2005). A presença de inimigos naturais, adaptados a habitats temporários e com capacidade de suprimir as pragas (EHLER; MILLER, 1978),

desde o início de desenvolvimento da cultura, depende da presença antecipada de presas e hospedeiros alternativos (KASPI; YUVAL; PARRELLA, 2011), o que pode ser possível com a manutenção da vegetação espontânea devido à oferta de recursos na vegetação.

De modo geral, o acúmulo de inimigos naturais nas plantas cultivadas e na vegetação espontânea possibilitou entender melhor a importância da presença da vegetação espontânea dentro dos cultivos, como habitat adequado para manutenção e conservação de predadores e parasitoides.

5 CONCLUSÕES

Maior diversidade da entomofauna na presença da vegetação;

A vegetação espontânea não fomentou a presença de pragas;

A população *L. erysimi* foi negativamente influenciada pela vegetação espontânea;

Numa escala temporal a vegetação espontânea apresenta função de conservar e acumular inimigos naturais.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. Biodiversity and biocontrol: lessons from insect pest management. In: ANDREWS, J. H.; TOMMERUP, I. (Ed.). **Advances in plant pathology**. San Diego: Academic Press, 1995. p. 191–209.

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 74, n. 1-3, p. 19–31, June 1999.

AMARAL, D. S. S. L. et al. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control**, Orlando, v. 64, n. 3, p. 338–346, Mar. 2013.

ANDOW, D. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 36, p. 561-586, Jan. 1991.

AWMACK, C.; LEATHER, S. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 47, p. 817-844, 2002.

BÀRBERI, P. et al. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. **Weed Research**, Oxford, v. 50, n. 5, p. 388–401, Oct. 2010.

BARBOSA, P. **Conservation biological control**. San Diego: Academic Press, 1998.

BARBOSA, P. et al. Associational resistance and associational susceptibility: having right or wrong neighbors. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Essex, v. 40, n. 1, p. 01–20, Dec. 2009.

BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition,

biodiversity and natural pest control. **Proceedings. Biological Sciences**, London, v. 273, n. 1595, p. 1715–1727, July 2006.

CARRIÉ, R. J. G.; GEORGE, D. R.; WÄCKERS, F. L. Selection of floral resources to optimise conservation of agriculturally-functional insect groups. **Journal of Insect Conservation**, Dordrecht, v. 16, n. 4, p. 635–640, Aug. 2012.

COLLEY, A. M. R.; LUNA, J. M. Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera : Syrphidae). **Biological Control**, Orlando, v. 29, n. 5, p. 1054–1059, Oct. 2000.

COSTELLO, M. J.; ALTIERI, M. A. Abundance , growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera : Aphididae) on broccoli grown in living mulches. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 52, n. 2-3, p. 187–196, Feb. 1995.

DAHLIN, I.; NINKOVIC, V. Aphid performance and population development on their host plants is affected by weed-crop interactions. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 50, n. 5, p. 1281–1288, Oct. 2013.

EHLER, L.; MILLER, J. Biological control in temporary agroecosystems. **Entomophaga**, Paris, v. 23, n. 3, p. 207–212, 1978.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005. 412 p.

GILLESPIE, M. et al. Manipulating floral resources dispersion for hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a California lettuce agro-ecosystem. **Biological Control**, Orlando, v. 59, n. 2, p. 215–220, Nov. 2011.

KASPI, R.; YUVAL, B.; PARRELLA, M. P. Anticipated host availability increases parasitoid host attack behaviour. **Animal Behaviour**, London, v. 82, n. 5, p. 1159–1165, Nov. 2011.

LANDIS, D.; WRATTEN, S.; GURR, G. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 45, p. 175-201, Jan. 2000.

LE GUIGO, P.; ROLIER, A.; LE CORFF, J. Plant neighborhood influences colonization of Brassicaceae by specialist and generalist aphids. **Oecologia**, Berlin, v. 169, n. 3, p. 753–761, July 2012.

MERTZ, N. R. **Controle biológico do pulgão *Aphis gossypii* GLOVER (Hemiptera : Aphidae) em cultivo protegido de pepino com cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*)**. 2009. 55 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 28 jan. 2015.

NILSSON, U. et al. Herbivore response to habitat manipulation with floral resources : a study of the cabbage root fly. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 136, n. 7, p. 481–489, Aug. 2011.

NORRIS, R. F.; KOGAN, M. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 50, p. 479–503, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: Development Core Team, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 01 set. 2013.

ROBINSON, K. A. et al. Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 9, n. 2, p. 172–181, Mar. 2008.

RODRIGUES, W. C. et al. Riqueza de espécies de inimigos naturais de pragas associadas ao cultivo de tangerina orgânica em Seropédica–Rio de Janeiro, Brasil. **EntomoBrasilis**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 6–9, 2008.

ROOT, R. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 43, n. 1, p. 95–124, 1973.

SILVA, A.; HARO, M.; SILVEIRA, L. Diversity of the arthropod fauna in organically grown garlic intercropped with fodder radish. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Espírito Santo, v. 7, n. 1, p. 121-131, 2012.

SILVEIRA, L. C. P. et al. Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 780–787, nov./dez. 2009.

TAHVANAINEN, J.; ROOT, R. The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Oecologia**, Berlin, v. 10, n. 4, p. 321-346, 1972.

TOGNI, P. **Habitat manipulation for conservation biological control in organic vegetable crops**. 2014. 90 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

VAN RIJN, P. C. J.; KOOIJMAN, J.; WÄCKERS, F. L. The contribution of floral resources and honeydew to the performance of predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Biological Control**, Orlando, v. 67, n. 1, p. 32–38, Oct. 2013.

VENZON, M. et al. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 371–376, maio/jun. 2006.

WYCKHUYS, K. A. G. et al. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. **Biological Control**, Orlando, v. 65, n. 1, p. 152–167, Apr. 2013.

CAPÍTULO 3

**Intervalo de capina da vegetação espontânea como estratégia para
manipulação das populações de inimigos naturais e regulação de pulgões
em couve**

RESUMO

Em sistemas de produção olerícola, o manejo de plantas espontâneas geralmente é realizado por capina manual. Dependendo da frequência de capina, a população de inimigos naturais e pulgões pode ser afetada devido à alteração na infraestrutura ecológica do ambiente. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes intervalos de capina de plantas espontâneas sobre a população de parasitoides, predadores e duas espécies de pulgões, bem como sobre a estrutura da comunidade de Coccinellidae presente em plantas de couve e na vegetação não cultivada. O trabalho foi realizado na área de produção hortícola do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, Minas Gerais. Para montagem do experimento, os tratamentos consistiram em intervalos de capina diferentes (7, 21 e 35 dias e sem capina) da vegetação espontânea nas entrelinhas do cultivo, ao longo de todo o ciclo. Cada tratamento constou de quatro parcelas (repetições), distanciadas dois metros entre si, cada uma contendo 24 plantas espaçadas com 1 m entre linhas e 0,50 m entre si, distribuídas em quatro linhas. Populações de *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi* foram maiores nos tratamentos com intervalo curto de capina, sendo que cada espécie apresentou respostas diferentes quanto à infestação nas formas alada e áptera, com menores infestações no tratamento sem capina. Diferentes espécies de Coccinellidae foram encontradas comparando-se as plantas de couve e a vegetação natural, sendo as espécies *Hippodamia convergens* e *Harmonia axiridis* em maior abundância na cultura e as espécies *Symnus* sp. e *Diomus* sp. as mais abundantes na vegetação da entrelinha. O número de ovos e larvas de Coccinellidae foi significativamente relacionado à infestação de pulgões. Portanto, a infestação de pulgões especialistas tende a ser menor em plantas de couve quando associadas à vegetação espontânea por períodos longos, desse modo, manter a vegetação espontânea associada à cultura demonstrou ser capaz de regular populações de afídeos praga.

Palavras-chave: Parasitoides. Predadores. Coccinellidae. Planta espontânea.

ABSTRACT

In vegetable crop production systems, manual weeding usually performs management of non-crop plants. According to the frequency of weeding, the population of natural enemies and aphids may be affected due change in ecological infrastructure environment. Thus, this paper study the influence of different weeding intervals on the population of parasitoids, predators and two species of aphids as well as on the Coccinellidae community in cabbage and spontaneous plants. The work was carried out in horticultural area production of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais. Each treatment consisted in different weeding intervals (7, 21 and 35 days and no weeding) of natural vegetation between the lines of the crop over the cycle. We established four plots with two meters apart from each other, each one with 24 plants placed 1-m between rows and 0.50-m between themselves. Populations of *Brevicoryne brassicae* and *Lipaphis erysimi* were higher in short intervals of weeding than others treatments, each specie showed different responses regarding the infestation of winged and wingless forms, with smaller infestation in the treatment no weeding. We found different species of Coccinellidae in cabbage compared to natural vegetation. Thus, for cabbage we found *Hippodamia convergens* and *Harmonia axiridis* in more abundance than any other species and *Symnus* sp. and *Diomus* sp. for weeds. The number of eggs and larvae of Coccinellidae was linked to the aphid infestations. Therefore, the aphid specialists infestations tends to be lower in cabbage plants when associated with spontaneous vegetation for long periods, and thus preserve the natural vegetation associated with culture proved to be able to regulate aphids pest population.

Keywords: Parasitoids. Predators. Coccinellidae. Weed.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção da vegetação espontânea nos agroecossistemas é normalmente encarada como um risco, podendo causar perdas de produção e prejuízos econômicos, pela competição com as plantas cultivadas, bem como devido à possibilidade de abrigar espécies de insetos pragas e serem hospedeiras e fonte de transmissão de doenças para plantas cultivadas. (SMITH et al., 2011). Entretanto, diferentes técnicas têm sido utilizadas para controle de pragas, como o controle biológico conservativo (LIU et al., 2014), utilizando a diversificação de habitat com diferentes espécies vegetais (HOOKS; JOHNSON, 2003), incluindo plantas espontâneas (SCHELLHORN; SORK, 1997).

Quando se considera a utilização de plantas espontâneas, os níveis de tolerância e intervalos de manutenção e capina para suportar inimigos naturais e regular as populações de pragas são fatores que precisam ser estudados em relação às comunidades de determinadas pragas e inimigos naturais (ALTIERI, 1981).

As técnicas de manejo do ambiente que alteram a estrutura e a complexidade do habitat podem afetar a densidade de pragas e conservar inimigos naturais nos agroecossistemas (BRYANT et al., 2013). Práticas agrícolas, como o manejo da vegetação espontânea, podem afetar as populações de artrópodes (LANDIS; WRATTEN; GURR, 2000).

A capina parcial da vegetação espontânea pode contribuir para a diversidade e aumento na abundância de Coccinelidae no ambiente (REKHA; RAMKUMAR, 2009), pois possibilita a oferta escalonada de recursos e presas alternativas. Por outro lado, a oferta de fontes alimentares como néctar, disponível em flores e nectários extraflorais de plantas espontâneas, pode reduzir o consumo de pulgões em até 9%, como observado por Choate e Lundgren (2012), o que pode implicar maiores infestações.

Em cultivos de couve, o uso de herbicidas para manejo da vegetação espontânea não é uma prática comum, pois devido à dinâmica de cultivos sucessivos e o espectro de ação pode afetar os cultivos, assim, o manejo das plantas espontâneas é normalmente realizado por meio mecânico ou de capinas manuais, tanto na implantação da cultura quanto ao longo do ciclo. Entretanto, não se conhece o efeito da supressão ou diminuição de plantas espontâneas nas áreas de cultivo em relação à conservação de inimigos naturais e regulação de pulgões.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes intervalos de capina de plantas espontâneas sobre a dinâmica populacional de parasitoides, predadores e duas espécies de pulgões especialistas de brássicas, bem como sobre a comunidade de Coccinellidae presente em plantas de couve e na vegetação não cultivada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área de produção hortícola do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA (21° 13' 51.06''S, 44° 58' 34.36''O, altitude de 905 metros), município de Lavras, Minas Gerais.

Mudas de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) (Brassicaceae) cultivar Geórgia foram produzidas em bandejas de polietileno contendo 200 células preenchidas com substrato comercial. As mudas foram transplantadas após 30 dias após emergência para uma área de aproximadamente 1.000 m². Para montagem do experimento cada tratamento consistiu no plantio de mudas em quatro repetições (parcelas contendo 24 plantas). Em cada repetição as plantas foram distribuídas em quatro linhas, contendo seis plantas/linha, distanciadas 1 m entre linha e 0,50 m entre planta. Como área útil utilizaram-se oito plantas das duas linhas centrais. As parcelas de cada tratamento foram dispostas em paralelo, distanciadas 2 m entre si e os tratamentos distanciados 10 metros entre si.

O plantio foi realizado em outubro de 2013, e durante 15 dias foram realizadas capinas com enxada em todos os tratamentos para evitar a concorrência da vegetação espontânea com as plantas cultivadas. Após este período realizou-se capina em todas as parcelas. A partir desta data estabeleceram-se quatro tratamentos, caracterizados por diferentes intervalos de capina, ou seja, número de dias em que a cultura permaneceu associada à vegetação espontânea nas entrelinhas do cultivo. Estes tratamentos foram: capinas a cada 7 dias; capinas a cada 21 dias; capinas a cada 35 dias; e sem capina (a cultura permaneceu ao longo de todo ciclo com vegetação espontânea nas entrelinhas). No tratamento sem capina foi realizada uma única limpeza manual na linha de cultivo (não na

entrelinha), para evitar o excessivo abafamento da cultura. Além disto, em todos os tratamentos houve a retirada periódica de folhas senescentes.

Estes intervalos de capina foram determinados em função do período necessário para reestabelecimento da vegetação espontânea na área cultivada, pois o intervalo constante de 14 dias foi considerado suficiente para se obter um gradiente na cobertura do solo entre os tratamentos.

A partir da capina inicial, momento em que ficaram estabelecidos os intervalos de capina (tratamentos), e ao longo de todo experimento foram realizadas nove capinas nas parcelas com 7 dias de intervalo, três para o intervalo de 21 dias e uma para o intervalo de 35 dias.

2.1 Amostragens de parasitoides e adultos de Coccinellidae nas plantas cultivadas

As amostragens de parasitoides e Coccinellidae adultos ocorreram durante sete semanas consecutivas e foram realizadas a partir de três plantas tomadas ao acaso dentro da área útil, sendo os indivíduos coletados diretamente nas plantas com o auxílio de sugador bucal, adotando um esforço amostral de cinco minutos por planta.

Após cada amostragem, os insetos coletados foram imersos em álcool 70%, mantidos em frascos transparentes de acrílico com tampa de pressão. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Controle Biológico Conservativo no Departamento de Entomologia da UFLA (LABCON – DEN/UFLA), para posterior triagem e identificação.

As identificações foram realizadas por meio de chaves dicotômicas, com auxílio de microscópio estereoscópio com até 80x de aumento, para as principais famílias das ordens dos artrópodes coletados.

2.2 Amostragens de parasitoides e adultos de Coccinellidae na vegetação espontânea

As amostragens de parasitoides e adultos de Coccinellidae, presentes na vegetação espontânea das entrelinhas das culturas, foram realizadas por meio de rede entomológica durante sete semanas seguidas. Cada amostra foi formada pelo montante de parasitoides e coccinelídeos capturados com esforço amostral de seis redadas em cada parcela (duas em cada entrelinha). Em seguida, depositava-se o material coletado em saco de plástico etiquetado e ao término da amostragem, encaminhado ao LABCON – DEN/UFLA, onde foram mantidos em freezer até a morte de todos os indivíduos. Logo após, os artrópodes eram despejados em bandeja de plástico branca, triados e mantidos em álcool 70% para posterior identificação.

2.3 Avaliação de oviposição e larvas de Coccinellidae

O número de posturas, ovos e larvas de Coccinellidae foram contabilizados uma vez por semana, durante quatro semanas sucessivas. Em cada semana foram tomadas ao acaso, três plantas por parcela. Para contagem das formas imaturas utilizou-se auxílio de contador manual.

2.4 Infestação de *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi* e presença de múmias em plantas de couve

Ninfas, adultos (alados e ápteros) e pulgões parasitados (mumificados) das espécies *B. brassicae* e *L. erysimi* foram contabilizados semanalmente durante

o ciclo da couve. Para isso, em cada parcela foram escolhidas ao acaso três plantas de couve. Nestas, realizou-se a contagem da população infestante em duas folhas, sendo uma em expansão e outra completamente expandida, com auxílio de contador manual, registrando-se a quantidade referente a cada espécie de afídeo. Deste modo, também foi contabilizada a presença de pulgões parasitados (múmias), independente da espécie do afídeo.

2.5 Análise dos dados

A influência das capinas sobre parasitoides e coccinelídeos coletados nas plantas cultivadas e na vegetação espontânea, bem como sobre pulgões parasitados e não parasitados, foi analisada por meio da dinâmica populacional semanal. Já as espécies de Coccinellidae foram analisadas por meio da abundância relativa tanto para as coletas realizadas por sugador, quanto por rede entomológica.

Para analisar o efeito dos tratamentos sobre a postura, ovos e larvas e adultos de Coccinellidae realizou-se a média de três plantas, assim como a média por m² de coccinelídeos adultos coletados nas entrelinhas do cultivo. Também foi calculada a média de três plantas para a infestação total de pulgão e para as formas alada e áptera das espécies *B. brassicae* e *L. erysimi*.

Para todas estas variáveis respostas, as médias foram analisadas por meio de modelos lineares generalizados (GLM), assumindo distribuição de Quasipoisson para corrigir a sobredispersão dos dados.

Todas as análises de glm foram realizadas no ambiente R[®] (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

3 RESULTADOS

Nas coletas realizadas por meio de sugador em plantas de couve, o número médio de parasitoides coletados foi maior no tratamento com intervalo de capina de 21 dias, durante as quatro primeiras semanas de coleta (Figura 1A). Entre a quinta e a sétima semana, a quantidade de parasitoides reduz em todos os tratamentos. Durante as três primeiras semanas de avaliação, as menores médias de parasitoides coletados foram registradas no tratamento sem capina; e por outro lado, nas coletas realizadas com rede entomológica nas entrelinhas do cultivo, no tratamento sem capina obteve-se maior quantidade de parasitoides (Figura 1B). Nos tratamentos que receberam capinas periódicas, a quantidade de parasitoides coletados foi menor. Após cada capina houve reduções tanto no intervalo de 21 dias, quanto com 35 dias.

A redução no número de parasitoides encontrados na quarta e quinta semanas de coletas, observado no tratamento sem capina (Figura 1B), ocorreu devido à realização de capina parcial, após isto, observa-se um crescimento na quantidade de parasitoides coletados também no tratamento com intervalo de 35 dias entre capinas, indicando que o aumento populacional de parasitoides parece ocorrer conforme o reestabelecimento da vegetação espontânea, dentro de um intervalo de aproximadamente 20 dias após a realização da capina. Enquanto que ao final do período de avaliação, nos demais intervalos de capina, a quantidade de parasitoides coletada tendeu a uma diminuição, devido ao menor período de associação com a vegetação natural.

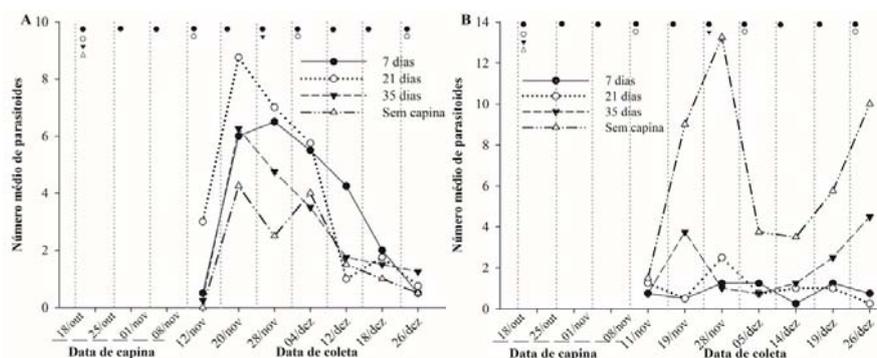


Figura 1 Média de parasitoides coletados por meio de sugador bucal em plantas de couve (A) e rede entomológica nas entrelinhas de cultivo (B), submetidos aos diferentes tratamentos (intervalos de capina). As figuras acima e ao lado das linhas verticais pontilhadas indicam os tratamentos e o intervalo de realização das capinas. UFLA, Lavras-MG, novembro/dezembro de 2013.

O número de adultos de coccinelídeos sugados em plantas de couve foi maior inicialmente no intervalo 35 dias e no tratamento sem capina. Em seguida, maiores quantidades foram encontradas nos tratamentos com 7 e 21 dias de intervalos de capina. Foram registrados declínios na quantidade de Coccinellidae presentes nas plantas de couve em todos os tratamentos (Figura 2A).

Nas coletas realizadas na vegetação das entrelinhas de cultivo, maior quantidade de Coccinellidae foi encontrada no tratamento sem capina, ao longo de todo período de avaliação, com pico de abundância na segunda semana de avaliação, acompanhado do tratamento com intervalo de capina 35 dias (Figura 2B). De modo geral, observa-se que as capinas influenciaram na redução de coccinelídeos, pois a quantidade desses predadores foi reduzida após realização das capinas. Para o intervalo de capina semanal (7 dias), não houve registros de coleta destes predadores, pois ao longo de todo experimento as frequentes capinas impediram que houvesse cobertura do solo pela vegetação espontânea.

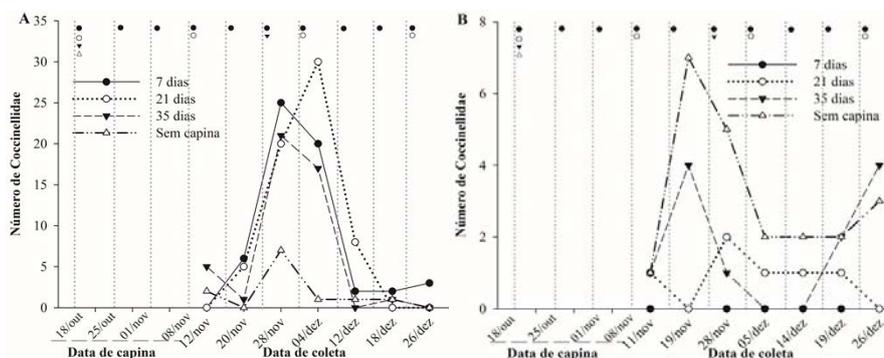


Figura 2 Número de Coccinellidae coletados por meio de sugador bucal em plantas de couve (A) e rede entomológica nas entrelinhas do cultivo (B) submetidos à diferentes intervalos de capina. As figuras acima e ao lado das linhas verticais pontilhadas indicam os tratamentos e o intervalo de realização das capinas. UFLA, Lavras-MG, novembro/dezembro de 2013.

Diferenças significativas entre os tratamentos foram encontradas em relação ao número de posturas ($\chi^2 = -2,746$, $df = 60$, $P = 0,0079$) e número de ovos depositados em plantas de couve ($\chi^2 = -2,084$, $df = 60$, $P = 0,0414$). Com maior média de posturas e ovos, o tratamento com intervalo de capina semanal (7 dias) não diferiu do tratamento 21 dias de intervalo de capina, entretanto, diferiu dos tratamentos de intervalos de 35 dias e sem capina, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si em relação ao número de postura; enquanto que em relação ao número de ovos foram observadas diferenças significativas, com menor média observada no tratamento sem capina para as duas variáveis analisadas (Figuras 3A e 3B). Em relação à média de larvas de Coccinellidae por planta não foram encontradas diferenças significativas entre os intervalos de capinas estudados, $P = 0,3519$ (Figura 3C).

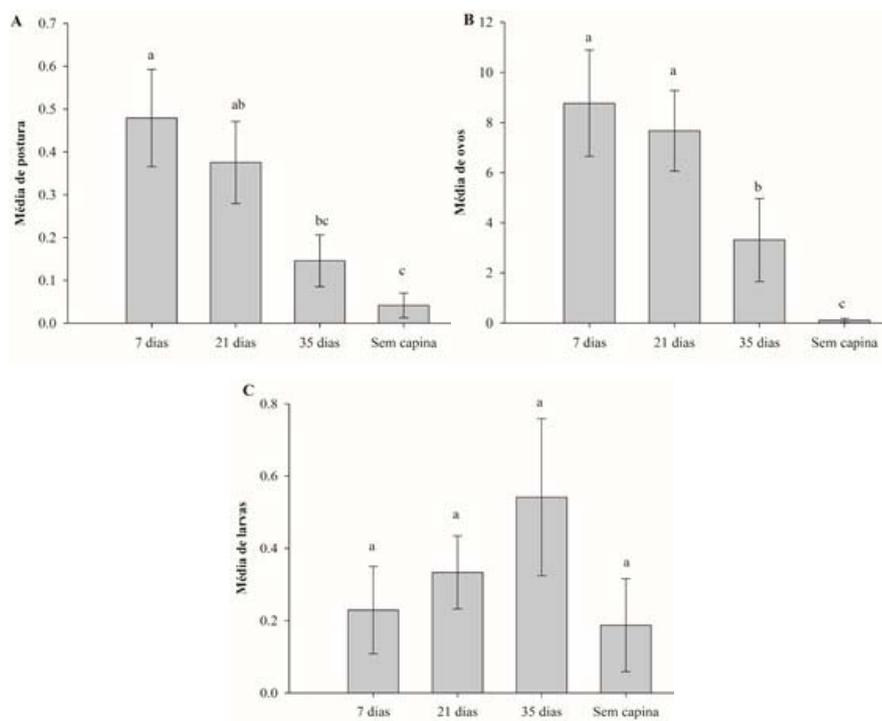


Figura 3 Média de postura (A), ovos (B) e larvas (C) de Coccinellidae em plantas de couve submetidas a diferentes intervalos de capina, utilizando teste χ^2 , onde letras distintas indicam diferenças significativa a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras-MG, novembro/dezembro de 2013.

Diferenças significativas foram encontradas quanto ao número de Coccinellidae adultos encontrados em plantas de couve (coleta com sugador) ($\chi^2 = -2,759$, $df = 108$, $P = 0,0068$) e densidade de coccinelídeos adultos por m^2 ($\chi^2 = 3,207$, $df = 108$, $P = 0,0017$) (coleta com rede entomológica). Diferenças no número de adultos de Coccinellidae foram observadas entre os tratamentos sem capina e os intervalos de capina 7 e 21 dias, mas não em relação ao intervalo de 35 dias, que não diferiu dos demais tratamentos nas coletas com sugador. Nas coletas com rede, diferença significativa foi observada entre os tratamentos 21 dias de intervalo e os tratamentos 35 dias e sem capina, os quais não apresentaram

diferenças significativas entre si, com maior densidade de coccinelídeos obtida no tratamento sem capina (Figuras 4A e 4B).

Foram coletadas 13 espécies de Coccinellidae nas coletas realizadas com sugador bucal e com rede entomológica, sendo que 12 espécies foram coletadas com rede (Tabela 1). A espécie *E. conexa* não foi encontrada na vegetação espontânea, enquanto cinco espécies foram encontradas nas plantas de couve, de modo que as espécies *H. axyridis* e *H. convergens* foram encontradas tanto nas plantas de couve, quanto na vegetação espontânea simultaneamente. Os tratamentos sem capina, com 11 espécies e capina com intervalo de 35 dias, com 10 foram os que apresentaram maior número de espécies coletadas.

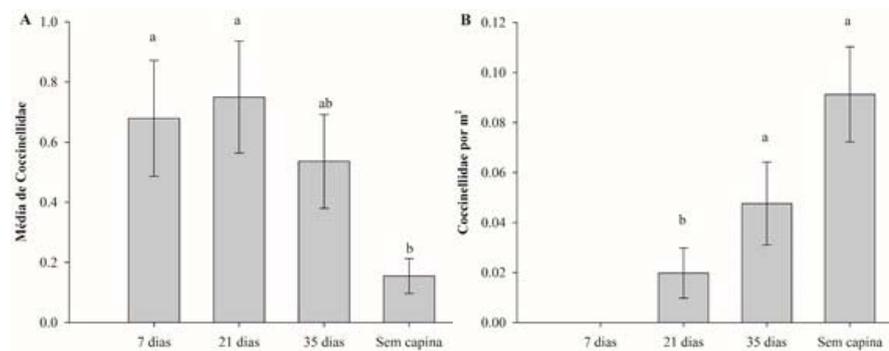


Figura 4 Média de Coccinellidae adultos coletados em plantas de couve (A) e densidade de Coccinellidae adultos coletados nas entrelinhas de cultivos de couve (B), submetidos a diferentes intervalos de capina nas entrelinhas, utilizando teste χ^2 , onde letras distintas indicam diferenças significativa a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras-MG, novembro/dezembro de 2013.

A abundância relativa de coccinelídeos coletados na vegetação espontânea variou entre os tratamentos que receberam capina, em relação ao sem capina. Nesse, *Scymnus* sp. 4 foi a mais abundante, enquanto as espécies *H. axyridis* e *H. convergens* foram comumente mais abundantes dos tratamentos com intervalo de 21 e 35 dias de capina, quando capturadas na vegetação das entrelinhas. Nas coletas realizadas em plantas de couve, a espécie *H. convergens* apresentou maior abundância nos tratamentos com 21 e 35 dias de intervalo de capina e sem capina, seguida das espécies *H. axyridis* e *E. conexa*, respectivamente (Tabela 1).

A população média de pulgão apresentou pico na segunda semana de avaliação, 47 dias após o plantio e 32 dias após realização da capina geral em todos os tratamentos, sendo que maior média foi encontrada em plantas de couve submetidas a 21 dias de intervalo de capina, seguida do intervalo com 7 dias, 35 dias de intervalos e sem capina, nesta ordem. A partir deste momento, registou-se diminuição da média populacional dos afídeos em todos os tratamentos (Figura 5A).

A média de pulgões parasitados foi maior na quarta semana de avaliação, 62 dias após o plantio e 47 dias após a capina geral; sendo que a média de pulgões parasitados foi maior em plantas do tratamento com 21 dias de capina, seguida dos intervalos 7, 35 dias e sem capina, este último com menor média de pulgões parasitados (Figura 5B).

Tabela 1 Abundância relativa de espécies de Coccinellidae coletadas em plantas de couve e na vegetação espontânea da entrelinha de cultivo em diferentes intervalos de capina, UFLA, Lavras-MG, 2013.

Intervalo de capina	Espécie	Abundância relativa (%)	
		Planta de couve	Vegetação espontânea
7 dias	<i>Coleomegilla maculata</i>	1,75	-
	<i>Eriops connexa</i>	5,26	-
	<i>Harmonia axyridis</i>	45,62	-
	<i>Hippodamia convergens</i>	45,62	-
	<i>Scymnus</i> sp. 2	1,75	-
Total	5	100,00	100,00
21 dias	<i>Brachiacantha</i> sp.	-	20,00
	<i>Eriops connexa</i>	7,94	-
	<i>Harmonia axyridis</i>	26,98	20,00
	<i>Hippodamia convergens</i>	65,08	40,00
	<i>Hyperaspis festiva</i>	-	20,00
Total	5	100,00	100,00
35 dias	<i>Brachiacantha</i> sp.	-	8,33
	<i>Cycloneda sanguinea</i>	-	8,33
	<i>Diomus</i> sp.	-	16,67
	<i>Eriops connexa</i>	11,11	-
	<i>Harmonia axyridis</i>	28,89	16,67
	<i>Hippodamia convergens</i>	57,78	16,67
	<i>Hyperaspis festiva</i>	-	8,33
	<i>Scymnus</i> sp.1	-	8,33
	<i>Scymnus</i> sp.2	2,22	-
<i>Scymnus</i> sp.4	-	16,67	
Total	10	100,00	100,00
Sem capina	<i>Brachiacantha</i> sp.	-	4,35
	<i>Cycloneda sanguinea</i>	-	4,35
	<i>Diomus</i> sp.	-	13,04
	<i>Eriops connexa</i>	8,33	-
	<i>Harmonia axyridis</i>	16,67	-
	<i>Hippodamia convergens</i>	75,00	8,69
	<i>Scymnus</i> sp. 2	-	4,35
	<i>Scymnus</i> sp. 3	-	17,39
	<i>Scymnus</i> sp. 4	-	39,13
<i>Scymnus</i> sp. 5	-	4,35	
<i>Scymnus</i> sp. 6	-	4,35	
Total	11	100,00	100,00

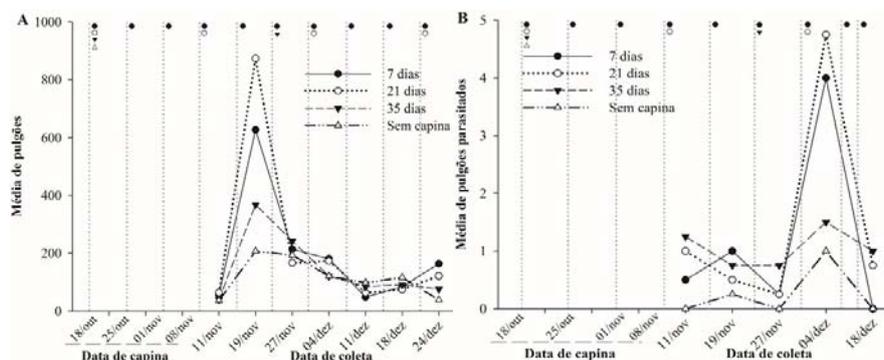


Figura 5 Média de pulgões (A) e pulgões parasitados (B) em plantas de couve submetidas a diferentes intervalos de capina nas entrelinhas. As figuras acima e ao lado das linhas verticais pontilhadas indicam os tratamentos e o intervalo de realização das capinas. UFLA, Lavras-MG, novembro/dezembro de 2013.

As espécies de afídeos *L. erysimi* e *B. brassicae* infestaram as plantas de couve ao longo de todo o período de avaliação. Diferenças significativas foram encontradas entre o tratamento sem capina e os tratamentos 7 e 21 dias de intervalo em relação à forma alada da espécie *L. erysimi* ($\chi^2 = -2,268$, $df = 108$, $P = 0,0151$), com menor média de infestação no tratamento sem capina, enquanto os tratamentos 7 e 21 dias de intervalos de capina apresentam maior infestação (Tabela 2). Esta diferença em relação à forma alada espécie *L. erysimi*, sugere que a vegetação espontânea interfere na localização das plantas hospedeiras para esta espécie.

Tabela 2 Número médio (média \pm EP¹) de *L. erysimi* e *B. brassicae* em plantas de couve, submetidas a diferentes intervalos de capina, UFLA, Lavras-MG, novembro/dezembro de 2013.

Intervalo de capina	<i>L. erysimi</i>		<i>B. brassicae</i>	
	Alado*	Áptero	Alado	Áptero
Sem capina	1,31 \pm 0,23b	26,02 \pm 4,73a	0,94 \pm 0,21a	9,04 \pm 1,59a
7 dias	2,62 \pm 0,42a	44,35 \pm 11,16a	1,41 \pm 0,37a	16,98 \pm 3,94a
21 dias	2,54 \pm 0,50a	48,17 \pm 14,84a	1,36 \pm 0,48a	22,08 \pm 8,89a
35 dias	1,69 \pm 0,26ab	34,63 \pm 6,99a	0,68 \pm 0,17a	11,64 \pm 1,96a

¹Erro padrão;

*Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade, pelo teste χ^2 .

A infestação de pulgões em plantas de couve apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($\chi^2 = -2,147$, $df = 108$, $P = 0,034$). Com menor média de pulgões, o tratamento sem capina diferiu do tratamento 21 dias de intervalo, mas não diferiu dos tratamentos 7 e 35 dias de intervalo, os quais não diferiram do tratamento 21 dias de intervalo de capina. As maiores médias de infestação foram observadas nos tratamentos com capina a cada 7 e 21 dias (Figura 6).

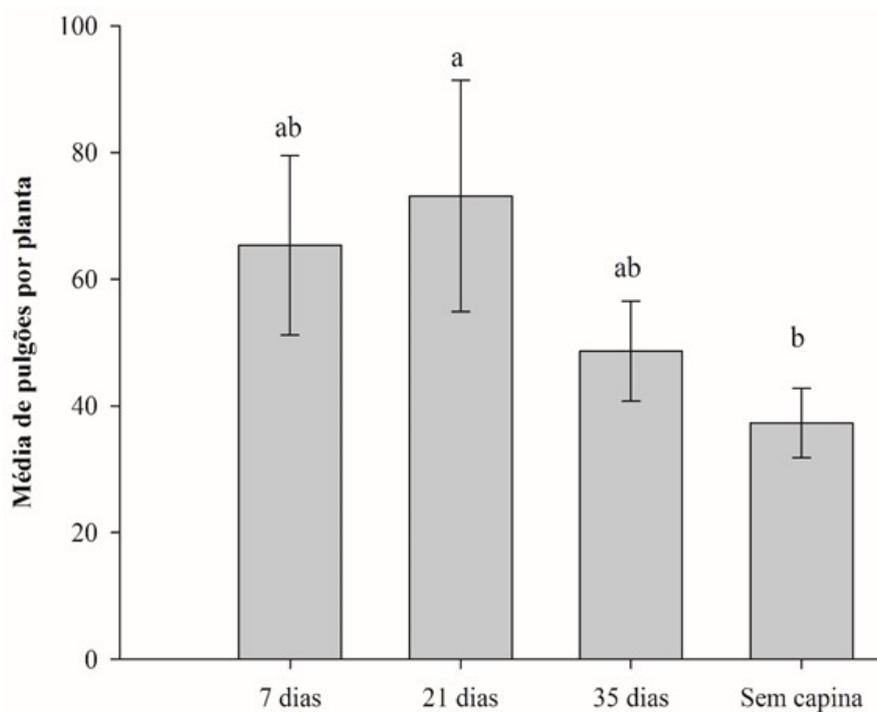


Figura 6 Média de pulgões em plantas de couve submetidas a diferentes intervalos de capina nas entrelinhas, utilizando teste χ^2 , onde letras distintas indicam diferenças significativa a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras-MG, novembro/dezembro de 2013.

4 DISCUSSÃO

A quantidade de capinas realizada serve como um parâmetro de intensidade da manipulação da vegetação espontânea do ambiente de cultivo. Com isso, observa-se que a intensidade de capina influenciou as populações de parasitoides coletados nas plantas de couve (Figura 1A), e nas plantas espontâneas (Figura 1B), assim como também influenciou as populações de coccinelídeos coletados nas plantas cultivadas (Figura 2A) e na vegetação espontânea (Figura 2B), pois a cada capina realizada, houve redução na abundância dos inimigos naturais capturados nas coletas subsequentes. Para Capinera (2005), o período de coexistência entre plantas cultivadas e vegetação espontânea é determinante para aumento das populações de inimigos naturais no ambiente de cultivo, que pode ser obtido a partir da oviposição nas plantas cultivadas.

A maior quantidade de posturas, ovos e adultos de Coccinellidae foram encontradas nos tratamentos com maior frequência de capina (Figuras 3A e B), indicando que maior período de ausência da vegetação espontânea nas entrelinhas não interfere na oviposição nem na presença de adultos destes predadores nas plantas de couve. Mas quando coletados nas plantas espontâneas, adultos de Coccinellidae foram mais abundantes nos tratamentos 35 dias de capina e sem capina, ou seja, onde o período de coexistência entre as plantas de couve e as espontâneas foi maior (Figuras 4A e B).

Dentre as joaninhas, a espécie *H. convergens* foi a mais abundante em todos os tratamentos quando capturadas nas plantas cultivadas, e em quase todos os tratamentos quando coletadas na vegetação espontânea, com exceção do tratamento sem capina (Tabela 1). O que pode estar relacionado à grande mobilidade desta espécie entre diferentes espécies de plantas, sendo esta mobilidade influenciada pela presença de flores ofertadas na vegetação

espontânea, e pela presença de presas (pulgões) nas plantas de couve (BASTOLA et al., 2014); entretanto, esta característica parece não ter favorecido esta e outras espécies na regulação da população da praga, pois maior abundância de coccinelídeos não representou menor infestação de pulgões.

Neste trabalho, maiores abundâncias de Coccinellidae adultos foram encontradas nos tratamentos com maior frequência de capina, que por sua vez apresentaram maior infestação de pulgões, demonstrando haver uma relação de dependência entre a densidade do predador e a da presa (Figuras 4A e 6). No entanto, um aspecto importante que deve ser considerado é a proporção de pulgões por coccinelídeos (larvas e adultos). Encontra-se uma proporção aproximada de 145, 135, 90 e 219 pulgões/joaninha para os tratamentos 7, 21, 35 (dias de intervalo de capina) e sem capina, respectivamente. Com isso, a proporção de pulgão/predador foi maior no tratamento sem capina, justamente onde ocorreu menor infestação (Figura 6).

Por outro lado, nos tratamentos onde houve maiores infestações (7 e 21 dias de capina), esta proporção foi menor em relação ao tratamento sem capina, indicando que houve uma pressão de predação maior, mas não suficiente para diminuir a infestação de pulgão. A proporção encontrada no intervalo de 35 dias de capina foi a menor entre todos os tratamentos, sugerindo que houve uma maior pressão de predação, isso, devido à maior média de larvas encontradas para este tratamento (Figura 3C).

Em outros trabalhos também se verificou que os inimigos naturais não tiveram influência na regulação populacional de pulgões. Broad et al. (2008) utilizando linhas de tomate, cobertura do solo com centeio e a mistura de ambos em cultivo de brócolis, não obtiveram diferenças nas probabilidades de parasitismo por *D. rapae*, pois o número de múmias encontradas foi relativo ao número de pulgões presentes em cada tratamento. Os inimigos naturais não

contribuíram para redução da densidade de *B. brassicae* infestando couve de Bruxelas em monocultivo e associada com cevada, mesmo com número maior do parasitoide *D. rapae* no monocultivo (BUKOVINSZKY et al., 2004).

Em todos os tratamentos, o pico populacional de pulgões ocorreu aos 47 dias após o plantio da couve (segunda semana de avaliação), sendo que até este momento, havia sido realizadas quatro capinas no tratamento com intervalo de 7 dias, uma para o intervalo de 21 dias, e nenhuma para os demais, ou seja, tanto nas parcelas com intervalo de 35 dias de capina e naquelas onde não foram capinadas havia um período de 32 dias de coexistência entre o cultivo e a vegetação espontânea, período suficiente para ter influenciado negativamente a infestação inicial de pulgões (Figura 5A) e conseqüentemente o parasitismo (Figura 5B), ao contrário do observado nos tratamentos onde capinas frequentes foram realizadas e os picos de infestações foram superiores, pois ambientes completamente livres de vegetação espontânea são mais prováveis para ocorrência de surtos de pragas (ALTIERI, 1981).

Os picos populacionais observados nas primeiras semanas de cultivo estão relacionados com chegada de espécimes alados influenciando a colonização inicial, os quais, conforme Smith (1976) demonstram preferir colonizar plantas presentes em solos livres de cobertura de solo como a vegetação espontânea, por exemplo. Isso ajuda explicar o efeito da vegetação espontânea nas entrelinhas, sobre a infestação de *L. erysimi* na forma alada, que apresentou menor infestação nos tratamentos com maior intervalo de capina (Tabela 2), onde a vegetação nas entrelinhas acredita-se ter influenciado os pulgões alados na localização do hospedeiro.

Quando herbívoros estão em busca de hospedeiros podem se deparar com dois tipos de cenários diferentes: um com comunidades de plantas heterogêneas onde as espécies hospedeiras estão localizadas de modo disperso em meio às

outras espécies vegetais, e outro em que as plantas hospedeiras formam um estrato homogêneo, onde a coloração verde das plantas apresenta contraste com o solo. Nessa situação, os pulgões têm maior probabilidade de encontrar o hospedeiro devido ao aumento do contraste visual (DÖRING, 2014). Neste sentido, acredita-se que os menores picos populacionais de pulgões encontrados nos tratamentos com 35 dias de intervalo de capina e sem capina, ao longo de todo experimento, devem-se à redução deste contraste visual, ocasionado pela presença da vegetação espontânea nas entrelinhas cobrindo o solo.

Com isso, sistemas de cultivos diversificados apresentam o potencial de inibir surtos populacionais de pulgões (ANDOW, 1991), por interferir no processo de localização de hospedeiros, como observado por Broad et al. (2008), que verificaram um aumento significativo das colônias de *B. brassicae* em plantas de brócolis cultivadas em solo descoberto quando comparado às plantas cultivadas com cobertura vegetal nas entrelinhas formada por linhas de tomate, palhas de centeio e a combinação de ambas. Estes autores verificaram que os tratamentos de cobertura de solo apresentaram 20-30% menos probabilidade de infestação quando comparados ao tratamento com solo descoberto, observaram ainda que inicialmente e ao longo de 37 dias após o plantio, o número de pulgões alados foi significativamente maior na condição de solo descoberto.

Neste sentido, o fato de as plantas de couve que permaneceram por mais tempo associadas à vegetação espontânea terem apresentado menor infestação de pulgões, parece estar também associado à busca, seleção e aceitação do hospedeiro pela praga, onde a falta de estímulos visuais suficientes para garantir a seleção do hospedeiro adequado, tenham sido determinantes para que adultos alados realizassem pousos apropriados e inapropriados, em plantas hospedeiras e não hospedeiras, respectivamente (FINCH; COLLIER, 2000; FINCH; COLLIER,

2012); fazendo com que houvesse menor invasão da praga no tratamento sem capina (Figura 6).

Contudo, maior período de associação da vegetação espontânea com cultivo de couve promove menor infestação de pulgões de modo direto e conseqüentemente menor população de Coccinellidae predadores. Assim, diferentes efeitos associativos podem ser desencadeados entre as plantas espontâneas e as plantas cultivadas (GUNTON, 2011) para redução da infestação de pragas; neste caso, a regulação da praga não ocorreu devido à ocorrência de inimigos naturais, atraídos pela oferta de recursos disponíveis na vegetação espontânea, mas pelo mecanismo conhecido como hipótese da resistência associativa (BARBOSA et al., 2009).

5 CONCLUSÕES

Maior intervalo de capina em cultivo de couve possibilita maior período de associação com a vegetação espontânea, sendo um fator determinante para redução da infestação das espécies de pulgões *B. brassicae* e *L. erysimi*;

Maior abundância de inimigos naturais de pulgões em plantas de couve não está associada à presença da vegetação espontânea.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, Miguel A. et al. Weeds may augment biological control of insects. **Californian Agriculture**, Califórnia, v. 35, n. 5, p. 22-23, May/June 1981.
- ANDOW, D. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 36, p. 561-586, Jan. 1991.
- BARBOSA, P. et al. Associational resistance and associational susceptibility: having right or wrong neighbors. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Essex, v. 40, n. 1, p. 01–20, Dec. 2009.
- BASTOLA, A. et al. Intercrop movement of convergent lady beetle, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), between adjacent cotton and alfalfa. **Insect science**, Victoria, p. 01–27, Nov. 2014.
- BROAD, S. T. et al. Host location and parasitism of *Brevicoryne brassicae* in diversified broccoli cropping systems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 129, n. 2, p. 166–171, Nov. 2008.
- BRYANT, A. et al. Cover crop mulch and weed management influence arthropod communities in strip-tilled cabbage. **Environmental Entomology**, Oxford, v. 42, n. 2, p. 293–306, Apr. 2013.
- BUKOVINSZKY, T. et al. Plant competition in pest-suppressive intercropping systems complicates evaluation of herbivore responses. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 102, n. 2, p. 185–196, Apr. 2004.
- CAPINERA, J. L. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. **Weed Science**, Champaign, v. 53, n. 6, p. 892–901, Nov./Dec. 2005.

CHOATE, B. A.; LUNDGREN, J. G. Why eat extrafloral nectar? Understanding food selection by *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biocontrol**, Dordrecht, v. 58, n. 3, p. 359–367, Dec. 2012.

DÖRING, T. F. How aphids find their host plants, and how they don't. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 165, n. 1, p. 03–26, July 2014.

FINCH, S.; COLLIER, R. Host-plant selection by insects: a theory based on “appropriate/inappropriate landings” by pest insects of cruciferous plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 96, n. 2, p. 91–102, Aug. 2000.

FINCH, S.; COLLIER, R. H. The influence of host and non-host companion plants on the behaviour of pest insects in field crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 142, n. 2, p. 87–96, Feb. 2012.

GUNTON, R. M. Integrating associational resistance into arable weed management. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 142, n. 3-4, p. 129–136, Aug. 2011.

HOOKS, C.; JOHNSON, M. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. **Crop protection**, Guildford, v. 22, n. 2, p. 223–238, Mar. 2003.

LANDIS, D.; WRATTEN, S.; GURR, G. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 45, p. 175-201, Jan. 2000.

LIU, Y.-Q. et al. Conservation biological control and IPM practices in Brassica vegetable crops in China. **Biological Control**, Orlando, v. 68, p. 37–46, Jan. 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: Development Core Team, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 01 set. 2013.

REKHA, B.; RAMKUMAR, J. Diversity of coccinellids in cereals, pulses, vegetables and in weeded and partially weeded rice-cowpea ecosystems in Madurai District of Tamil Nadu. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 96, n. 1, p. 251–264, June 2009.

SCHELLHORN, N.; SORK, V. The impact of weed diversity on insect population dynamics and crop yield in collards, *Brassica oleraceae* (Brassicaceae). **Oecologia**, Berlin, v. 111, n. 2, p. 233–240, 1997.

SMITH, E. A. et al. Weed hosts for onion thrips (thysanoptera: thripidae) and their potential role in the epidemiology of iris yellow spot virus in an onion ecosystem. **Environmental Entomology**, College Park, v. 40, n. 2, p. 194–203, Apr. 2011.

SMITH, J. G. Influence of crop background on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 83, n. 1, p. 1-13, May 1976.

CAPÍTULO 4

Regulação populacional de pulgões em plantas de couve associadas a diferentes composições de plantas espontâneas

RESUMO

Diferentes composições de plantas espontâneas presentes na paisagem dispõem de recursos variados para insetos benéficos e espécies pragas. Em cultivos agrícolas isto apresenta vantagens no manejo de pragas. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da composição de espécies vegetais espontâneas sobre a infestação de pulgões e populações de inimigos naturais afidófagos em cultivo de couve. Para realização do trabalho utilizou-se uma área de aproximadamente 1.000 m² no setor de produção hortícola do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, município de Lavras, Minas Gerais. Plantas com aproximadamente 90 dias de idade espaçadas em 1,0 x 0,5 m, distribuídas em quatro linhas, formaram parcelas com 24 plantas. Cada tratamento consistiu de diferentes composições de espécies de plantas espontâneas, distanciadas 10 metros entre si, sendo T1 – limpo (sem vegetação espontânea), T2 – três espécies, T3 – sete espécies e T4 – quatorze espécies, cada uma formada por quatro repetições. Os números de ovos e larvas de Coccinellidae foram significativamente menores em plantas de couve associadas à maior diversidade de plantas espontâneas. As espécies *Harmonia axiridis* e *Hippodamia convergens* foram as mais abundantes nas plantas cultivadas, mas não na vegetação espontânea. O número de parasitoides por amostra aumentou com a diversidade de plantas espontâneas, quando coletados na vegetação espontânea. Menor nota de infestação de pulgão foi atribuída para plantas de couve associadas às plantas espontâneas. Coccinellidae e o parasitoide *Diaeretiella rapae* apresentaram correlação positiva com a nota média de infestação de pulgões. Estes resultados indicam que houve um efeito da vegetação espontânea na supressão da praga, e que a diversidade e a composição de plantas espontâneas não influenciaram na abundância dos inimigos naturais presentes na couve, mas funcionaram como suporte para manutenção destes no ambiente. Portanto, a diversidade de plantas espontâneas apresenta efeito na redução da população de pulgões, mantendo-a em menor nível em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Diversificação. Praga. Coccinellidae. *Diaeretiella rapae*.

ABSTRACT

Different compositions of spontaneous plants present in the landscape have varied resources for beneficial insects and pest species. In crops this has advantages in pest management. In this sense, the study aimed to evaluate the effect of the composition of spontaneous plant species on the infestation of aphids and populations of aphidophagous natural enemies in cabbage crop. To carry out the work used an area of approximately 1,000 m² in the production area of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras – UFLA, Lavras, Minas Gerais. Plants of approximately 90 days old were spaced 1.0 x 0.5 m, divided into four lines, forming plots with 24 plants. Each treatment consisted of different compositions of species of spontaneous plants, 10 meters apart from each other, where T1 – clean (no spontaneous vegetation), T2 – three species, T3 – seven species, T4 – fourteen species, each consisting of four replications. The numbers of eggs and larvae of Coccinellidae were significantly lower in kale plants associated with a greater diversity of spontaneous plants. The *Harmonia axiridis* and *Hippodamia convergens* species were most abundant in the cultivated plants, but not in the natural vegetation. The number of parasitoids per sample increased with the diversity of spontaneous plants, when collected in spontaneous vegetation. Lower aphid infestation note was assigned to kale plants associated with spontaneous plants. Chrysopidae and the parasitoid *Diaeretiella rapae* were positively correlated with the average grade of aphid infestation. These results indicate that there was a spontaneous vegetation effect in suppressing the pest, but they did not influence the abundance of natural enemies present in kale, despite having probably acted as support for maintaining them in the environment. Therefore, the diversity of spontaneous plants has an effect in reducing aphid population, keeping it at lower levels compared to other treatments, however, we emphasize the importance of further studies to identify which species or species of spontaneous plants have more effect on the aphids.

Keywords: Diversification. Pest. Coccinellidae. *Diaeretiella rapae*.

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção orgânica a diversidade de plantas espontâneas é maior que em sistemas convencionais, devido a não utilização de herbicidas e menor revolvimento do solo. Desse modo, há expectativa que nestes sistemas de produção encontre-se maior riqueza de espécies espontâneas (ROSCHEWITZ et al., 2005). Diante disto, promover a manipulação de ambientes diversificados considerando diferentes composições de plantas espontâneas é uma alternativa para criação de infraestrutura ecológica adequada para oferecer alimentos, presas e hospedeiros alternativos, e abrigo aos inimigos naturais (PFIFFNER et al., 2006).

A disponibilidade de recursos alimentares, abrigo para inimigos naturais em áreas agrícolas, representa os mecanismos pelos quais o controle biológico natural de pragas pode ser maximizado do ponto de vista nutricional (LU et al., 2014; TOMPKINS; WRATTEN; WÄCKERS, 2010). Estes recursos podem ser estrategicamente implementados a partir da introdução de espécies florísticas nos ambientes produtivos (BIANCHI; WÄCKERS, 2008), que pode ser realizada pela manutenção da diversidade de espécies vegetais espontâneas.

Assim, o manejo e a composição da diversidade vegetal de agroecossistemas podem contribuir para o controle de pragas (THIES; TSCHARNTKE, 1999). De tal modo que a presença da vegetação espontânea como elemento que compõe os agroecossistemas pode interferir na abundância e distribuição de pragas, como pulgões, alterando a capacidade de encontro com plantas hospedeiras e influenciando a capacidade de busca de espécies afidófagas (BARBOSA et al., 2009; CAPINERA, 2005).

Existem evidências de que a qualidade de plantas hospedeiras pode interferir na população de pulgões (SCHÄDLER; BRANDL; KEMPEL, 2010).

Entretanto, são poucos os trabalhos em condições de campo que demonstram como espécies vegetais espontâneas associadas às plantas cultivadas podem apresentar efeito negativo sobre a população de pulgões, como foi observado por Dahlin e Ninkovic (2013). Estes autores observaram que a espécie *Sinapis arvensis* (Brassicaceae) reduziu a população do pulgão *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de cevada, interferindo na geração de descendentes.

Manter a vegetação espontânea nas entrelinhas de cultivos não é uma prática adotada entre os agricultores, embora, este tipo de manejo possa ter efeitos positivos na regulação de pragas como pulgões, falta informações sobre o efeito de diferentes composições de plantas espontâneas em relação à regulação das populações de pragas e inimigos naturais em agroecossistemas brasileiros. Assim, é preciso conhecer melhor o papel de diferentes composições de plantas espontâneas dentro dos sistemas agrícolas, especialmente em cultivos orgânicos, que devido às restrições legais para uso de produtos sintéticos, demanda por evidências científicas à cerca de informações sobre tecnologias sustentáveis para o manejo de pragas.

Neste sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da composição de espécies vegetais espontâneas sobre a infestação de pulgões e populações de inimigos naturais afidófagos em cultivo de couve.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área de produção hortícola do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA (21° 13' 51.06''S, 44° 58' 34.36''O, altitude de 905 metros), município de Lavras, Minas Gerais.

Mudas de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) (Brassicaceae) cultivar Geórgia foram produzidas em bandejas de polietileno contendo 200 células preenchidas com substrato comercial, e transplantadas após 30 dias da germinação para uma área de aproximadamente 1.000 m². Cada tratamento consistiu em quatro parcelas (repetições), com 24 plantas cada uma, espaçadas em 1,0 x 0,5 m, distribuídas em quatro linhas. As quatro parcelas de cada tratamento foram dispostas paralelamente, e os tratamentos foram distanciados 10 metros entre si (Figura 1).

Para realização do experimento, utilizaram-se plantas com aproximadamente 90 dias de idade, plantadas no mês de outubro de 2013 e as coletas e avaliações iniciadas em janeiro de 2014. No decorrer desse período o campo experimental foi capinado seletivamente utilizando-se enxada, de modo a permitir o desenvolvimento de diferentes grupos de plantas espontâneas, constituindo-se os tratamentos conforme Tabela 1. A combinação das diferentes espécies de plantas espontâneas que formaram cada grupo ocorreu de modo natural em decorrência das capinas, mas as espécies das plantas presentes nesse trabalho foram mantidas devido à característica de floração, permitindo que houvesse oferta de recursos florais ao longo do tempo e espaço.

Tabela 1 Espécies de plantas espontâneas presentes na composição dos diferentes tratamentos. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

Tratamento	Família	Nome comum	Nome científico
T1 - limpo	-	-	-
T2	Asteraceae	Estrelinha	<i>Melampodium perfoliatum</i>
	Cyperaceae	Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i>
	Oxalidaceae	Trevo azedo	<i>Oxalis latifolia</i>
T3	Amaranthaceae	Caruru	<i>Amaranthus retroflecus</i>
	Asteraceae	Buva	<i>Conyza canadensis</i>
		Losna branca	<i>Artemisia verlotiorum</i>
		Picão branco	<i>Galinsoga parviflora</i>
		Picão preto	<i>Bidens pilosa</i>
		Serrralha	<i>Sonchus oleraceus</i>
	Commelinaceae	Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>
T4	Amaranthaceae	Caruru	<i>Amaranthus retroflecus</i>
	Asteraceae	Buva	<i>Conyza canadensis</i>
		Estrelinha	<i>Melampodium perfoliatum</i>
		Losna branca	<i>Artemisia verlotiorum</i>
		Picão branco	<i>Galinsoga parviflora</i>
		Picão preto	<i>Bidens pilosa</i>
		Serrralha	<i>Sonchus oleraceus</i>
	Commelinaceae	Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>
	Cyperaceae	Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i>
	Euphorbiaceae	Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>
		Erva-de-santa luzia	<i>Euphorbia hirta</i>
Oxalidaceae	Trevo azedo	<i>Oxalis latifolia</i>	
Poaceae	Pé-de-galinha	<i>Eleusine indica</i>	
Solanaceae	Joá-de-capote	<i>Nicandra physaloides</i>	

Após estabelecimento dos tratamentos, foram realizadas capinas frequentes apenas no tratamento limpo (sem vegetação espontânea). Nos demais, quando necessário, realizou-se o arranquio manual de plantas que eventualmente surgiam nas parcelas, mas que pertenciam a outro tratamento ou eram de espécies pouco frequentes.

2.1 Amostragens de joaninhas e parasitoides nas plantas de couve e na vegetação espontânea

As amostragens de joaninhas e parasitoides ocorreram durante oito semanas, em intervalos quinzenais. Os insetos foram coletados por meio de sugador bucal, em três plantas escolhidas aleatoriamente em cada parcela, adotando um esforço amostral de cinco minutos por planta.

Após amostragem nas três plantas, os insetos coletados foram imersos em álcool 70%, mantidos em frascos tampados, e levados ao Laboratório de Controle Biológico Conservativo no Departamento de Entomologia da UFLA (LABCON – DEN/UFLA) para posterior triagem e identificação.

Para coleta na vegetação espontânea utilizou-se rede entomológica de malha fina (tipo *voil*). Foram aplicadas seis redadas em cada parcela (duas em cada entrelinha), resultando em uma única amostra composta em cada parcela. Os insetos coletados foram depositados em saco plástico etiquetado e encaminhado ao LABCON – DEN/UFLA, onde foram mantidos em freezer até a morte de todos os indivíduos. Logo após a morte foram despejados em bandeja plástica branca, sendo as joaninhas e parasitoides separados e mantidos em álcool 70% para posterior identificação.

As identificações foram realizadas por meio de chaves dicotômicas, com auxílio de microscópio estereoscópio com até 80x no LABCON – DEN/UFLA.

2.2 Infestação de pulgão em plantas de couve

A avaliação da infestação de pulgões foi feita por meio de escala de notas com valores variando de um a cinco (Tabela 2). Para isso, folhas de couve infestadas com diferentes quantidades de pulgões foram observadas, coletadas e fotografadas. A partir das imagens, optou-se por uma divisão imaginária da folha de couve em quadrantes, a fim de facilitar a identificação dos diferentes padrões de infestação nas folhas (Figura 1), e assim possibilitar a atribuição das notas. Esta metodologia foi adotada devido ao padrão de infestação observado nas folhas pré-amostradas, pois a infestação variou de um pulgão até grandes colônias de pulgões ocupando toda a região basal da folha, dificultando a contagem dos indivíduos neste caso.

Com isso, durante seis semanas consecutivas as notas foram atribuídas por três avaliadores, que avaliaram as mesmas três plantas em cada parcela, sendo que a cada semana novas plantas foram tomadas de modo aleatório na área útil.

Tabela 2 Escala de notas e respectiva descrição de infestação de pulgões em plantas de couve. UFLA, Lavras-MG, 2014.

Nota	Descrição
1	Presença de pulgões (alados ou ápteros) e/ou colônia em início de formação localizada em apenas um quadrante.
2	Pulgões em todos os quadrantes, sem formar colônia desenvolvida ou uma colônia desenvolvida em apenas um quadrante.
3	Presença de colônias em todos os quadrantes ou colônias desenvolvidas em pelo menos dois quadrantes.
4	Colônias desenvolvidas em pelo menos três quadrantes ou em dois quadrantes, mas com pulgões distribuídos nos demais quadrantes.
5	Colônias desenvolvidas em todos os quadrantes.

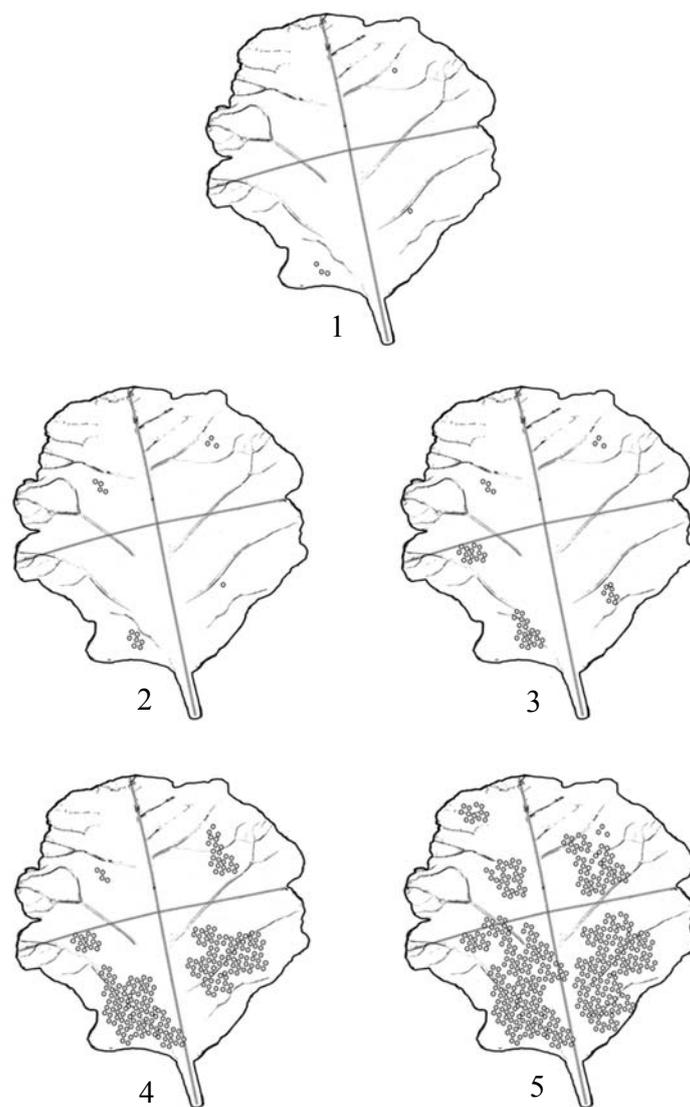


Figura 1 Desenho esquemático dos diferentes níveis de infestação de pulgões em folhas de couve com a respectiva nota atribuída, a partir da delimitação de quadrantes imaginários.

2.3 Produção de couve

Para avaliação do efeito das diferentes composições vegetais em relação à produção da couve, foi utilizado o peso da massa fresca das folhas comercializáveis, colhidas em três plantas centrais da área útil da parcela de cada tratamento. As folhas colhidas foram organizadas em maços, os quais foram pesados em balança digital com tara de 100 gramas de peso mínimo.

2.4 Análise dos dados

Para realização das análises estatísticas foram utilizados modelos lineares generalizados para verificar o efeito das distintas composições de vegetação espontânea em relação às variáveis ovos e larvas de Coccinellidae presentes em plantas de couve, abundância de parasitoides e Coccinellidae adultos coletados na planta de couve e na vegetação espontânea, adultos de *D. rapae* e para nota média de infestação de pulgões. Todas as variáveis assumiram a distribuição Quasipoisson e os tratamentos foram comparados par-a-par utilizando a função `glht` do pacote `multcomp`, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Análises de correlações foram realizadas para determinar a relação entre abundância de *D. rapae* e Coccinellidae adultos presentes nas plantas de couve e a nota média de infestação de pulgão, assim como para saber a relação entre os parasitoides coletados na vegetação espontânea e a nota média de infestação. Para analisar o efeito dos tratamentos sobre a produção da couve, os dados de peso fresco foram calculados e analisados em relação à produtividade por m², em seguida submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, em seguida foi realizada ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R[®]
(R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

3 RESULTADOS

Diferenças significativas foram observadas entre os tratamentos quanto à média de ovos ($t = -3,275$; $df = 108$; $P = 0,0014$) e larvas ($t = -2,237$; $df = 108$; $P = 0,0274$) de Coccinellidae, com menor média apresentada no tratamento T4 que diferiu dos tratamentos T1 e T2, tanto para ovos, quanto para larvas (Figuras 2A e B).

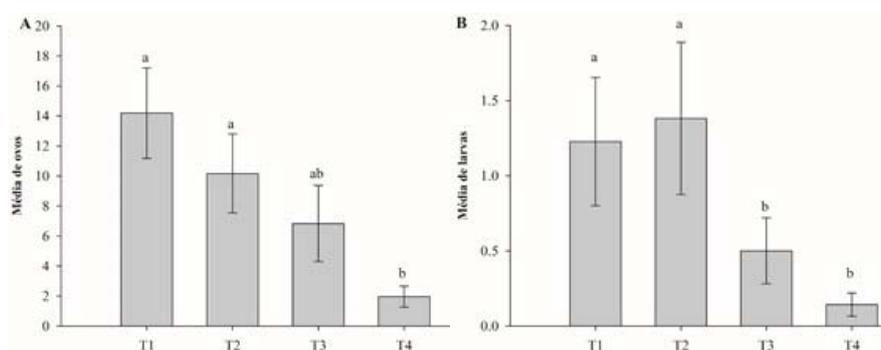


Figura 2 Média de ovos (A) e larvas (B) de Coccinellidae presentes em plantas de couve, utilizando teste de Tukey, onde letras distintas indicam diferenças significativa a 5% de probabilidade. Barras indicam \pm erro padrão. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

Em plantas de couve as diferenças estatísticas foram observadas para o tratamento T4 em relação aos tratamentos T1 ($P = 0,001$) e T3 ($P = 0,026$), sendo que maior e menor abundância foram observadas nos tratamentos T1 e T4, respectivamente, em relação aos demais tratamentos. Nas coletas realizadas na vegetação das entrelinhas, as diferenças significativas observadas foram para o tratamento T4 em relação aos demais tratamentos (T1 - $p < 0,001$; T2 - $P = 0,007$ e T3 - $P = 0,043$) e entre o tratamento T3 e T1 ($P = 0,028$). Maior abundância de Coccinellidae capturados na vegetação espontânea foi observada no tratamento T4, enquanto que a menor abundância foi obtida no tratamento T1, ou seja, houve

uma inversão entre a maior e menor abundância entre os tratamentos T1 e T4, conforme o método de coleta utilizado (Tabela 3).

Durante o experimento foram encontradas 11 espécies diferentes de Coccinellidae, coletadas nas plantas de couve e na vegetação da entrelinha de cultivo, destas, sete foram encontradas na cultura e dez na vegetação espontânea. Entre as espécies encontradas, *Hippodamia convergens* e *Harmonia axyridis* apresentaram maior abundância relativa quando foram amostradas nas plantas cultivadas, já nas plantas não cultivadas, as espécies *Diomus* sp. e *Scymnus* sp.4 foram as mais abundantes. Isto indica que as espécies de predadores presentes nas plantas cultivadas e não cultivadas são predominantemente distintas (Tabela 3).

Tabela 3 Abundância relativa (%) de espécies de Coccinellidae em plantas de couve e na vegetação espontânea. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

Espécies	Couve				Vegetação espontânea			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
<i>Brachiacanthasp.</i>					3,49	3,49	2,33	
<i>Cycloneda sanguinea</i>		0,50	0,50	0,50			1,16	3,49
<i>Diomus</i> sp.					3,49	3,49	23,26	
<i>Eriops connexa</i>	0,50							
<i>Harmonia axyridis</i>	18,91	14,93	16,92	1,99	2,33	5,81		3,49
<i>Hippodamia convergens</i>	21,89	8,46	9,45	3,98	1,16	3,49	1,16	
<i>Hyperaspis festiva</i>			0,50					1,16
<i>Scymnus</i> sp.1					1,16			1,16
<i>Scymnus</i> sp.2							1,16	
<i>Scymnus</i> sp.3	0,50				1,16	2,33	5,81	
<i>Scymnus</i> sp.4			0,50		1,16	2,33	9,30	11,63
Total*	84a	48ab	56a	13b	3c	16bc	21b	46a
Abundância (%)	41,79	23,88	27,86	6,47	3,49	18,60	24,42	53,49
		100,00				100,00		

*Letras distintas indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O número de parasitoides coletados em plantas de couve não sofreu efeito significativo dos diferentes níveis de diversidade de plantas espontâneas ($P = 0,3369$), enquanto que nas coletas na vegetação espontânea observa-se diferença significativa para o tratamento T1 em relação aos demais tratamentos (T2 – $P = 0,005$; T3 e T4 – $p < 0,001$), que não apresentaram diferenças entre si (Figura 3A e B). Isto indica que as diferentes composições de espécies vegetais espontâneas não influenciaram a abundância dos parasitoides presentes nas plantas cultivadas e que a vegetação espontânea desempenha papel importante na conservação destes himenópteros.

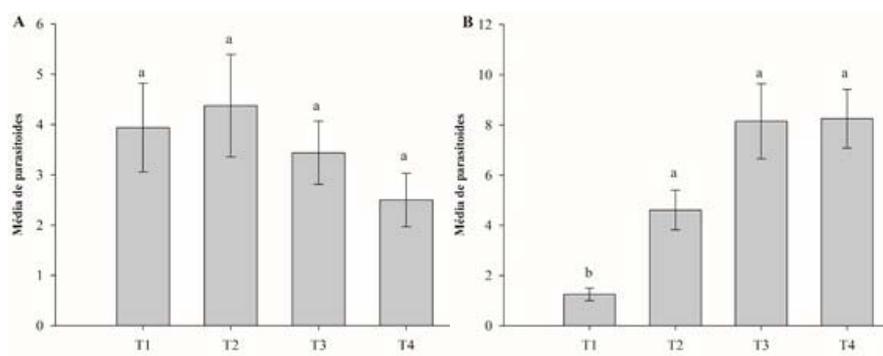


Figura 3 Média de parasitoides coletados em plantas de couve (A) e parasitoides presentes na vegetação espontânea das entrelinhas do cultivo de couve (B), utilizando teste Tukey, onde letras distintas indicam diferenças significativa a 5% de probabilidade. Barras indicam \pm erro padrão. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

A quantidade de parasitoides de pulgão *D. rapae* não foi influenciada pelas diferentes quantidades de espécies espontâneas nas entrelinhas da couve ($P = 0,2957$), sendo que a maior média por amostra do parasitoide foi observada no tratamento sem vegetação, com $1,06 \pm 0,62$, seguido do tratamento T2, $0,56 \pm 0,27$; T3, $0,37 \pm 0,12$ e com menor média encontrada no tratamento com maior número de espécies espontâneas (Figura 4).

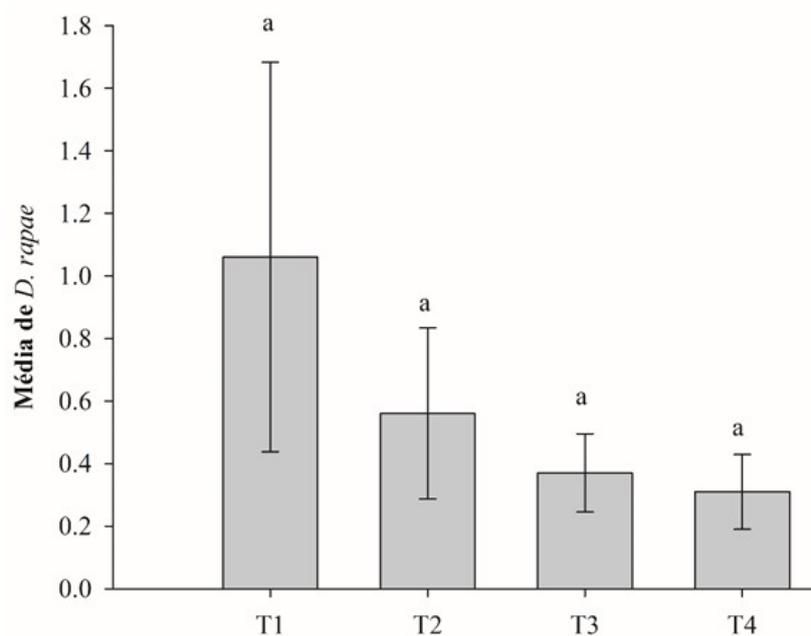


Figura 4 Média do parasitoide de pulgão, *Diaeretiella rapae* em plantas de couve, utilizando teste de Tukey, onde letras iguais indicam diferenças não significativas a 5% de probabilidade. Barras indicam \pm erro padrão. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

Os pulgões presentes nas plantas de couve em todos os tratamentos pertenciam às espécies *B. brassicae* e *L. erysimi*, que são especialistas de Brassicaceae, e em menor quantidade uma espécie generalista, *M. persicae*. Entretanto, as avaliações da infestação levaram em consideração as três espécies, não fazendo distinção entre as colônias de cada uma. Desse modo, as diferentes composições de vegetação espontânea influenciaram a infestação de pulgões nas plantas de couve, pois diferenças significativas foram observadas para o tratamento T4, com maior número de espécies espontâneas ($t = -4,358$; $df = 92$; $P < 0,0001$), com menor nota média de infestação (Figura 5). O tratamento sem vegetação apresentou maior infestação. Entretanto, não houve diferenças significativas entre este e os tratamentos T2 e T3

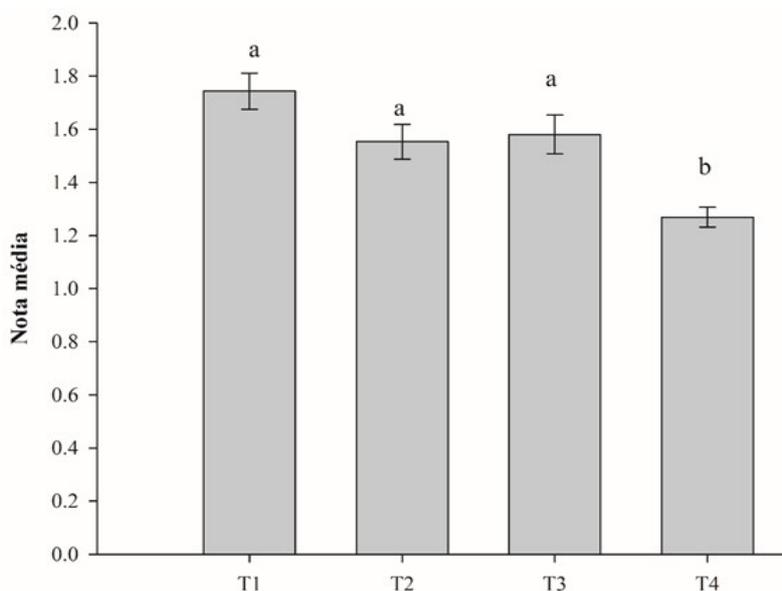


Figura 5 Nota média de infestação de pulgão em plantas de couve, utilizando teste de Tukey, onde letras distintas indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade. Barras indicam \pm erro padrão. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

As análises de correlação para os pares de amostras de nota média de infestação de pulgão, com abundância de adultos de Coccinellidae (Figura 6A), assim como para *D. rapae* (Figura 6B) coletados nas plantas de couve, foram significativamente correlacionados. A abundância de Coccinellidae e *D. rapae* está positivamente correlacionada com a nota média de infestação de pulgão, evidenciando que existe uma resposta destes inimigos naturais à maior infestação da praga nas plantas de couve.

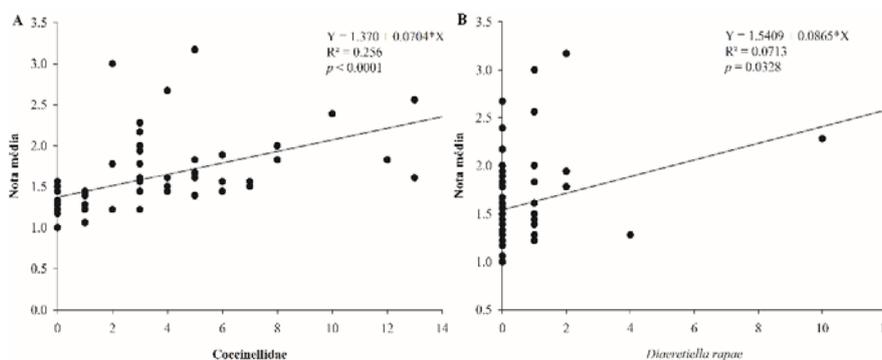


Figura 6 Relação entre nota de infestação de pulgões e adultos de Coccinellidae (A) o parasitoide *D. rapae* em plantas de couve. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

A produção de massa fresca de couve sofreu efeito significativo em relação à presença da vegetação espontânea ($F_{3,42}$; $P < 0,0001$), pois menores produtividades (Kg/m^2) de couve foram observadas nas plantas dos tratamentos com vegetação espontânea nas entrelinhas. O tratamento mantido no limpo apresentou maior média de produtividade, com $6.256 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, diferindo do T2 ($P < 0,0001$), com a menor produtividade, $3.396 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, T3 ($P = 0,0226$), com produtividade de $4.556 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e do tratamento com maior número de espécies espontâneas ($P = 0,0043$), que apresentou produtividade de $3.423 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Já entre

os tratamentos com vegetação natural nas entrelinhas não houve diferença significativa entre si ($P > 0,05$) (Figura 7).

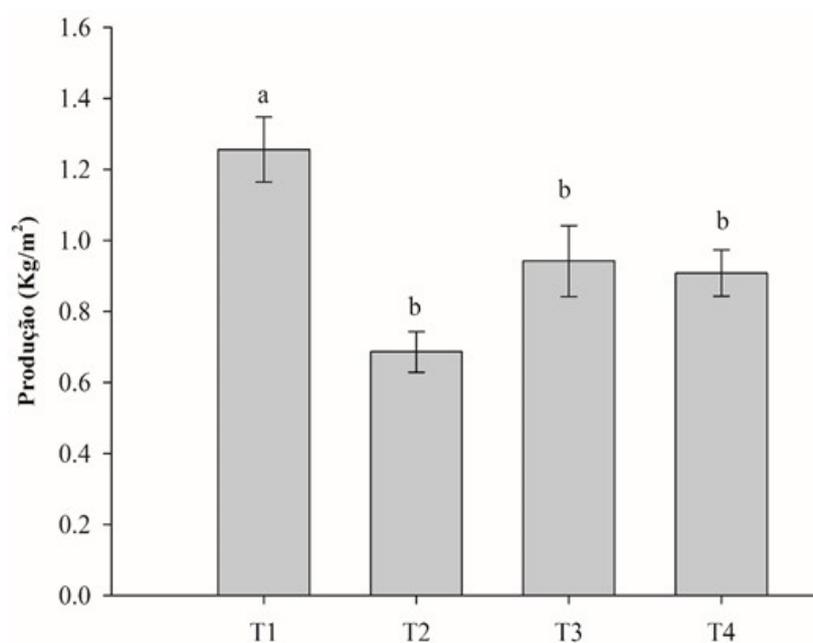


Figura 7 Produtividade de couve cultivada na ausência da vegetação espontânea e com diferentes composições de espécies de plantas espontâneas nas entrelinhas, utilizando o teste de Tukey, onde letras distintas indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade. UFLA, Lavras-MG, janeiro/fevereiro de 2014.

4 DISCUSSÃO

Neste trabalho foi estudado o efeito de diferentes composições de espécies vegetais espontâneas sobre a infestação de pulgões, parasitoides e predadores, principalmente *D. rapae* e coccinelídeos, respectivamente. De modo geral, a diversidade de plantas espontâneas influenciou negativamente a população dos pulgões e conseqüentemente os inimigos naturais presentes nas plantas cultivadas, por outro lado, a vegetação espontânea teve um efeito positivo sobre os inimigos naturais presentes na mesma. No entanto, o efeito da vegetação espontânea sobre os inimigos naturais variou entre as avaliações realizadas nas plantas de couve e nas plantas não cultivadas. Isto fica evidente quando se analisa cada variável de modo independente ou relacionada entre si.

As diferenças significativas observadas entre os tratamentos em relação à presença de Coccinellidae imaturos presentes nas plantas de couve sugerem que a densidade de presas (pulgões) tenha sido o fator responsável pelo maior número de ovos e larvas nos tratamentos sem vegetação espontânea e no tratamento de menor diversidade (T2) (Figuras 2A e B), pois o padrão de distribuição de ovos, larvas e adultos está associado com o grau de adensamento de presas, de modo a favorecer o desenvolvimento da prole (SEAGRAVES, 2009; SICSÚ, 2013).

Entre os coccinelídeos adultos, indivíduos das espécies *H. convergens* e *H. axyridis* foram os mais abundantes nas coletas realizadas em plantas de couve, indicando serem as espécies, nas fases de larva e adulto, as mais comuns que se encontravam predando os pulgões nas plantas de couve. Mas na vegetação espontânea, estas não foram as mais comuns, e sim, indivíduos dos gêneros *Diomus* e *Scymnus* (Tabela 3). Trabalhos recentes demonstraram que a maior oferta de presas nas plantas influencia o movimento de *H. convergens* para os locais de maior densidade da praga (BASTOLA et al., 2014; VILLEGAS et al.,

2013). Portanto, os dados evidenciam a existência de uma relação de dependência entre a abundância do predador e da presa, conforme também foi observado por Ives, Kareiva e Perry (1993).

Os coccinelídeos apresentam hábitos alimentares variados (GIORGI et al., 2009), incluindo presas das famílias Aphididae, Aleyrodidae, Coccidae e Pseudococcidae como é o caso de *Diomus* sp. (IPERTI, 1999). Neste trabalho, parece claro que as espécies *H. convergens* e *H. axyridis* apresentaram uma forte associação com a predação de pulgões, já as espécies encontradas na vegetação espontânea parecem estar associadas com outros tipos de presas, diferentes das espécies de pulgões *B. brassicae* e *L. erysimi*, que infestaram as plantas de couve. Apesar de espécies do gênero *Scymnus* se alimentarem de pulgões (ALLAWI, 2006), indivíduos deste gênero foram encontrados em baixa quantidade nas plantas infestadas.

O efeito das diferentes composições de plantas espontâneas sobre parasitoides coletados nas plantas cultivadas (Figura 3A) é semelhante ao observado em Coccinellidae (Figura 2A), demonstrando que também existe uma relação de dependência dos parasitoides com seus hospedeiros. Na vegetação espontânea (Figura 3B), a diferença no número de parasitoides está associada à disponibilidade de recursos disponíveis nas entrelinhas, uma vez que tais recursos oferecidos pela diversidade de plantas não cultivadas constituem recursos alimentares, reprodutivos e de proteção (NORRIS; KOGAN, 2000).

Entretanto, vale ressaltar que durante as identificações de parasitoides coletados na vegetação espontânea foram encontrados indivíduos da espécie *D. rapae* e de outros parasitoides, assim, o grupo de parasitoides envolve táxons que não são parasitoides de pulgão. Isso demonstra que a abundância de *D. rapae* não sofreu influência da composição das plantas espontâneas presentes nas entrelinhas, pois a quantidade do parasitoide de pulgão coletados nas plantas

cultivadas foi menor (Figura 4), indicando que este parasitoide, em campo, não apresenta uma relação significativa com a vegetação espontânea, mesmo com este tipo de vegetação disponibilizando maior oferta e diversidade de recursos alimentares, reprodutivos e proteção para diversos himenópteros parasitóides (ARAJ; WRATTEN, 2015; JERVIS et al., 1993).

A infestação de pulgões, avaliada por meio de escala de notas, sofreu influência negativa do tratamento com maior número de espécies espontâneas (Figura 5), ou seja, onde havia maior diversidade de plantas nas entrelinhas, menor foi a infestação de pulgão nas plantas de couve, o que pode justificar o menor número de ovos, larvas e adultos de Coccinellidae nas plantas de couve dos tratamentos com maior composição de plantas espontâneas.

Em sistemas diversificados, a densidade populacional de herbívoros específicos pode ser reduzida nas plantas cultivadas, principalmente quando a diversidade manejada nos sistemas produtivos não envolve espécies de plantas de mesma família botânica, como as espécies espontâneas utilizadas neste experimento (Tabela 1). Como observado por Schellhorn e Sork (1997), em cultivo de couve diversificado com espécies espontâneas pertencentes às famílias Fabaceae, Polygonaceae, Asteraceae e Phytolaccaceae, herbívoros especialistas de brássicas, como *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) apresentaram menor densidade de infestação. Estes autores acreditam que isso ocorra devido à presença de poucos indivíduos destas espécies nas plantas não cultivadas, assim como pela confusão visual e química que interfere na colonização do hospedeiro (SCHELLHORN; SORK, 1997).

Os baixos valores dos coeficientes de determinação (R^2) encontrados para as notas de infestação de pulgões em relação à abundância de Coccinellidae e do parasitoide *D. rapae* (Figuras 6A e B, respectivamente) indicam que a relação

entre os inimigos naturais e os pulgões foi fraca, sugerindo que não foram capazes de regular as populações de afídeos no campo, levando ao entendimento de que a abundância destes inimigos naturais não foi favorecida pela manutenção de plantas espontâneas no cultivo de couve, ao ponto de promover a regulação populacional dos pulgões, embora ambientes diversificados garantam maior abundância de diferentes espécies deste grupo de predadores (GARDINER et al., 2009; OBRYCKI et al., 2009). Além disto, taxas de parasitismo influenciadas pela disponibilidade de flores de espécies espontâneas no campo nem sempre apresentam uma relação significativa, a não ser que em baixa densidade do hospedeiro e com ampla distribuição das flores no campo (VOLLHARDT et al., 2010)

Os resultados da produção de massa fresca obtidos em cada tratamento demonstram que parcelas mantidas com a vegetação espontânea nas entrelinhas apresentaram menor produção em relação àquelas mantidas no limpo (Figura 7) e que as diferentes composições de plantas espontâneas não apresentaram efeitos significativos. Isto evidencia o efeito das plantas espontâneas na produção, além disso, indica que os pulgões não tiveram efeito sobre a produção, pois nos tratamentos onde havia vegetação espontânea, houve menor infestação da praga.

Contudo, é importante o manejo da vegetação nas entrelinhas de couve, a fim de reduzir o impacto da infestação de pulgões, mas de modo que a interferência na produção possa ser minimizada e as populações de inimigos naturais possam ser conservadas e atuem em favor do manejo de pragas.

5 CONCLUSÕES

Maior diversidade da vegetação espontânea tende a influenciar negativamente a infestação de pulgões;

Coccinélidos e *D. rapae* não afetaram diretamente a infestação de pulgões em plantas de couve.

REFERÊNCIAS

- ALLAWI, T. Biological and ecological studies on *Scymnus syriacus* and *Scymnus levaillanti* (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 103, n. 2, p. 501–503, Apr. 2006.
- ARAJ, S.; WRATTEN, S. D. Comparing existing weeds and commonly used insectary plants as floral resources for a parasitoid. **Biological Control**, Orlando, v. 81, p. 15–20, Feb. 2015.
- BARBOSA, P. et al. Associational resistance and associational susceptibility: having right or wrong neighbors. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Essex, v. 40, n. 1, p. 01–20, Dec. 2009.
- BASTOLA, A. et al. Intercrop movement of convergent lady beetle, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), between adjacent cotton and alfalfa. **Insect science**, Victoria, p. 01–27, Nov. 2014.
- BIANCHI, F.; WÄCKERS, F. Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. **Biological Control**, Orlando, v. 46, n. 3, p. 400–408, Sept. 2008.
- CAPINERA, J. L. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. **Weed Science**, Champaign, v. 53, n. 6, p. 892–901, Dec. 2005.
- DAHLIN, I.; NINKOVIC, V. Aphid performance and population development on their host plants is affected by weed-crop interactions. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 50, n. 5, p. 1281–1288, Oct. 2013.
- GARDINER, M. et al. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. **Ecological Applications**, Tempe, v. 19, n. 1, p. 143–154, Jan. 2009.

GIORGI, J. A. et al. The evolution of food preferences in Coccinellidae. **Biological Control**, Orlando, v. 51, n. 2, p. 215–231, Nov. 2009.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Oxford, v. 74, n. 1-3, p. 323–342, June 1999.

IVES, A.; KAREIVA, P.; PERRY, R. Response of a predator to variation in prey density at three hierarchical scales lady beetles feeding on aphids. **Ecology**, London, v. 74, n. 7, p. 1929–1938, Oct. 1993.

JERVIS, M. A. et al. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. **Journal of Natural History**, London, v. 27, n. 1, p. 67–105, 1993.

LU, Z.-X. et al. Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: prospects for enhanced use in agriculture. **Insect Science**, Victoria, v. 21, n. 1, p. 01–12, Feb. 2014.

NORRIS, R.; KOGAN, M. Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. **Weed Science**, Champaign, v. 48, n. 1, p. 94–158, Jan. 2000.

OBRYCKI, J. J. et al. Aphidophagy by coccinellidae : application of biological control in agroecosystems. **Biological Control**, Orlando, v. 51, n. 2, p. 244–254, May 2009.

PIFFNER, L. et al. Wildflower strips to reduce lepidopteran pests in cabbage crops. **IOBC/WPRS Bulletin**, Oxford, v. 29, p. 2002–2004, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: Development Core Team, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 01 set. 2013.

ROSCHEWITZ, I. et al. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 42, n. 5, p. 873–882, Oct. 2005.

SCHÄDLER, M.; BRANDL, R.; KEMPEL, A. Host plant genotype determines bottom-up effects in an aphid-parasitoid-predator system. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 135, n. 2, p. 162–169, May 2010.

SCHELLHORN, N.; SORK, V. The impact of weed diversity on insect population dynamics and crop yield in collards, *Brassica oleracea* (Brassicaceae). **Oecologia**, Berlin, v. 111, n. 2, p. 233–240, 1997.

SEAGRAVES, M. P. Lady beetle oviposition behavior in response to the trophic environment. **Biological Control**, Orlando, n. 2, v. 51, p. 313-322, June 2009.

SICSÚ, P. R. **Escolha por sítios específicos para oviposição como fator de estruturação da comunidade de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) em agroecossistemas no Distrito Federal**. 2013. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

THIES, C.; TSCHARNTKE, T. Landscape structure and biological control in agroecosystems. **Science**, London, v. 285, n. 5429, p. 893-895, Aug. 1999.

TOMPKINS, J.-M. L.; WRATTEN, S. D.; WÄCKERS, F. L. Nectar to improve parasitoid fitness in biological control: Does the sucrose:hexose ratio matter? **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 11, n. 3, p. 264–271, May 2010.

VILLEGAS, C. M. et al. Movement between crops and weeds: temporal refuges for aphidophagous insects in Central Chile. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago de Chile, v. 40, n. 2, p. 317–326, 2013.

VOLLHARDT, I. M. G. et al. Spatial distribution of flower vs . honeydew resources in cereal fields may affect aphid parasitism. **Biological Control**, Orlando, v. 53, n. 2, p. 204–213, Dec. 2010.