

NATALIA SALGADO DIAZ

**PLANTAS ESPONTÂNEAS FAVORECEM CRISOPÍDEOS EM PLANTIO DE
PIMENTA MALAGUETA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S164p
2014

Salgado Diaz, Natalia, 1987-

Plantas espontâneas favorecem crisopídeos em plantio de
pimenta malagueta / Natalia Salgado Diaz. – Viçosa, MG, 2014.
viii, 59f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Madelaine Venzon.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Pimenta - Cultivo. 2. Pimenta - Controle de pragas.
3. Crisopídeos. 4. Plantas espontâneas. I. Universidade Federal
de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de
Pós-graduação em Entomologia. II. Título.


CDD 22. ed. 633.84

NATALIA SALGADO DIAZ


**PLANTAS ESPONTÂNEAS FAVORECEM CRISOPÍDEOS EM PLANTIO DE
PIMENTA MALAGUETA**

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


APROVADA: 21 de fevereiro de 2014.



Dra. Brígida de Souza



Dr. Angelo Pallini Filho
(Coorientador)



Dra. Madelaine Venzon
(Orientadora)

À Deus pela vida, por fortalecer-me na fraqueza, por dar-me sabedoria e paciência nos momentos de desespero e por guiar-me hasta o fim deste caminho, embora difícil de percorrer me deixo ótimos ensinamentos, experiências inesquecíveis e grandes amigos.

À minha família por oferecer-me seu apoio, compressão e amor incondicional, em especial a meus pais Anibal e Teresa pelo seu esforço, dedicação e luta constante, porque são meu exemplo a seguir e meu maior orgulho.

Á minha irmã porque juntas temos sido guerreiras da vida.

A meu namorado Manuel quem foi meu principal torcedor e nunca duvido das minhas capacidades motivando-me a melhorar. Quem sempre tinha para mim uma palavra de apoio, incentivo e compressão. Por ensinar-me de um amor que além de estar presente nos momentos bons se fortalece nas dificuldades.

À minha orientadora Madelaine pela confiança, por ter acreditado em mim e pela ajuda para fazer realidade este trabalho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

O Deus por suas abençoes, pela vida, saúde e oportunidade de aprender novos e valiosos conhecimentos para continuar na frente de meus fins.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realizar estes estudos e em especial ao departamento de Entomologia por abrir as portas para minha formação.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG – Unidade Regional Zona da Mata, pela concessão da estrutura e de pessoal técnico indispensável para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e o projeto “Agrobiodiversidade como provedora de serviços ecológicos para sustentabilidade de sistemas agrícolas de produção” pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora Madelaine Venzon obrigada, pela sua orientação, apoio, disposição, entrega e compromisso e por ter tornado possível à realização deste sonho.

Aos professores Brígida Souza e Renildo Costa pela ajuda na identificação dos crisopídeos coletados.

Aos meus colegas de laboratório Fredy Alexander Rodriguez, pela ajuda nas análises estatísticas, e ao Paulo pela ajuda generosa nas longas jornadas de trabalho.

Ao técnico da EPAMIG José Geraldo, por sua disposição de ajudar sempre, por sua companhia e por seu bom caráter e alegria, fundamentais na realização dos trabalhos de campo.

Aos colegas de laboratório Ju, Michela, Maíra, Helder, Alex, André, Rafael e em especial a minha amiga Juli pela ajuda, companhia, conselhos e forças para continuar.

Às minhas amigas Astrid Gavéria e Claudia Castillo, meus sinceros agradecimentos pelos conselhos, apoio incondicional e por torcer desde longe pela realização deste trabalho.

Agradeço principalmente a minha família, por representar minha maior motivação para continuar além das dificuldades, por ser meu apoio sempre e por seu amor infinito e generoso.

Ao meu namorado Manuel, pelo seu amor incondicional, por suas palavras de motivação e positivismo e por estar sempre ao meu lado lutando na minha luta.

E ao meu pai Anibal Diaz, minha mãe Teresa Galeano e meu Tio Alonso, por dar o melhor das suas vidas em troca da minha felicidade. Eu os amo de mais!

BIOGRAFIA

Natalia Salgado Diaz, filha de Teresa Galeano e Anibal Diaz. Formada em Engenharia Agrônômica pela Universidade de Caldas - Colômbia no ano de 2012 sob a orientação do Dr. Alberto Soto Giraldo. Em agosto no ano de 2010 fez estagio no laboratório de manejo integrado de pragas na Universidade Federal de Viçosa, sobre a orientação da professora Lêda Rita D'Antonino Faroni, Em março no ano de 2012 iniciou o mestrado em entomologia na Universidade Federal de Viçosa na área de controle biológico sob a orientação da Dra. Madelaine Venzon, cuja dissertação é aqui apresentada. Submetendo-se a defesa no dia 21 de fevereiro no ano de 2014.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| RESUMO | vi |
| ABSTRACT | viii |
| INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 4 |
| | |
| CAPÍTULO 1 | 7 |
| Influência das plantas espontâneas na abundância de crisopídeos e na predação intraguilda | 7 |
| 2. INTRODUÇÃO | 11 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 4. RESULTADOS | 16 |
| 5. DISCUSSÃO | 23 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |
| | |
| CAPÍTULO 2 | 31 |
| Parâmetros biológicos de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Ceraeochrysa cubana</i> em inflorescências de plantas espontâneas | 31 |
| 2. INTRODUÇÃO | 33 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| 4. RESULTADOS | 37 |
| 5. DISCUSSÃO | 53 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 56 |
| | |
| CONCLUSÕES GERAIS | 59 |

RESUMO

SALGADO DIAZ, Natalia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014.
Plantas espontâneas favorecem crisopídeos em plantio de pimenta malagueta.
Orientadora: Madelaine Venzon. Coorientador: Angelo Pallini Filho.

A diversificação do habitat em agroecossistemas através da manutenção de plantas espontâneas é uma estratégia que permite aumentar populações de artrópodes benéficos ao tornar o ambiente mais adequado para os inimigos naturais, devido à disponibilidade de recursos alimentares, lugares para oviposição e áreas de refúgio em condições adversas. A pimenta-malagueta *Capsicum frutescens* é uma cultura de grande importância no Brasil, por sua rentabilidade e importância social. No entanto, a cultura carece de suporte fitossanitário e os agricultores incorrem em práticas inadequadas na tentativa de controle de pragas. Dentre os diferentes artrópodes benéficos, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) se destacam pela ocorrência natural em diferentes agroecossistemas e por sua capacidade predatória. A partir desta perspectiva foram realizadas avaliações em áreas de cultivo de pimenta-malagueta para estabelecer: i) a influência de plantas espontâneas integradas no campo de cultivo na abundância de crisopídeos e de pulgões comparada com plantios de pimenta-malagueta sem vegetação espontânea; ii) a identificação das plantas espontâneas presentes na cultura, sua associação com crisopídeos (fonte de alimento, lugar oviposição e/ou refúgio) e a presença de pulgões; e iii) a predação intraguilddia em ovos de *C. externa* na presença e na ausência de plantas espontâneas. Posteriormente, no capítulo 2, estudou-se em laboratório o papel das inflorescências das plantas espontâneas de ocorrência comum em cultivos de pimenta (*Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* e *Sonchus oleraceus*) na sobrevivência, no desenvolvimento, na fecundidade e fertilidade de *C. externa* e *Ceraeochrysa cubana*. De acordo com os resultados obtidos em campo, a abundância de crisopídeos nas áreas de pimenta-malagueta foi favorecida pela presença de plantas espontâneas e não houve diferença significativa na presença de pulgões em plantas de pimenta nas áreas com e sem vegetação espontânea. *Emilia* sp. (média= 1 ovo/planta) e *Pennisetum* sp. (média= 0,54 ovos/planta) foram as espécies com maior presença de ovos. *Pennisetum* sp., *Conyza bonariensis*, *Marsypianthes chamaedrys*, *Solanum lycocarpum*, e *Solanum americanum* foram as espécies com maior presença de adultos com médias de 1,21, 1, 0,90, 0,85 e 0,83 adultos/planta, respectivamente. Das 16 espécies de plantas espontâneas que foram identificadas no plantio de pimenta-malagueta, seis tinham presença de pulgões. A predação intraguilddia em ovos de *C.*

externa foi maior nas áreas de pimenta sem vegetação espontânea (média= 2,9 ovos predados/cartão/planta) do que nas áreas de pimenta com vegetação espontânea (média= 2,2 ovos/cartão/planta). Nos experimentos em laboratório, tanto as larvas de *C. externa* como as de *C. cubana* sobreviveram mais tempo nas dietas *A. conyzoides* e *B. pilosa* com inflorescência do que nas outras dietas onde foram oferecidas plantas espontâneas sem inflorescência. O desenvolvimento das larvas foi significativamente afetado pelas dietas oferecidas, oito larvas de *C. cubana* empuparam na dieta *B. pilosa* e duas de *C. externa* na dieta de *S. oleraceus*, sendo o maior número de pupas formadas nas dietas com inflorescências para cada uma das espécies de crisopídeos. A dieta com ovos de *A. kuehniella* foi o único tratamento onde mais do 70% das larvas sobreviveram, empuparam e os adultos emergiram. A sobrevivência média dos adultos em todas as dietas com plantas espontâneas foi de cinco dias por tanto não houve oviposição. Na dieta de levedo e mel a sobrevivência foi superior aos 60 dias para as duas espécies de crisopídeos testadas, com oviposição total de 775,35 ($\pm 207,8$) e 1108,12 ($\pm 106,8$) ovos/fêmea para *C. externa* e *C. cubana*, respectivamente. A manutenção da vegetação espontânea na cultura da pimenta-malagueta favorece a presença de crisopídeos e reduz a predação intraguilda. O uso das inflorescências como alimento para larvas de *C. externa* e *C. cubana* favorece a sua sobrevivência e pode ser útil como alimento complementar na dieta destes predadores. Assim, a manutenção de plantas espontâneas no campo de cultivo pode incrementar a sobrevivência e o desenvolvimento destes inimigos naturais.

ABSTRACT

SALGADO DIAZ, Natalia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2014. **Non-crop plants favour lacewings in chili pepper crops.** Advisor: Madelaine Venzon. Co-advisor: Angelo Pallini Filho.

Habitat diversification in agroecosystems by maintaining non-crop plants is a strategy which allows the increase of beneficial arthropods since it makes the environment more suitable for natural enemies, due to the availability of food resources, oviposition sites and refuge areas. Chili pepper *Capsicum frutescens* is a very important crop in Brasil, because of its profitability and social value. However, this crop needs phytosanitary stand and the growers use inadequate practices in attempt to control pests. Among the several beneficial arthropods, lacewings are highlighted by their natural occurrence in various agroecosystems and by their predatory ability. From this perspective, I carried out assessments in areas of chili pepper cultivation to determine: i) the influence of non-crop plants integrated to the field in the abundance of lacewings and of aphids compared to chili pepper crops without non-crop plants, ii) the identification of non-crop plants, present in the crop, associated to lacewings (food source, oviposition and/or refuge site) and to the absence or presence of aphids, and iii) intraguild predation in eggs of *C. externa* in the presence and in the absence of non-crop plants. Posteriorly, in chapter 2, I studied in laboratory the role of non-crop plant flowers of common occurrence in chili pepper crops (*Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* and *Sonchus oleraceus*) in the survivor, development, fecundity and fertility of *C. externa* and *Ceraeochrysa cubana*. According to the results found in field, the abundance of lacewings in chili pepper crop areas was favoured by the presence of non-crop plants and there was no significant difference in the presence of aphids on chili pepper plants in the areas with or without non crop vegetation. *Emilia* sp. (average = 1 egg/plant) and *Pennisetum* sp. (average = 0.54 egg/plant) were the species with the greatest presence of lacewing eggs. In *Pennisetum* sp., *Conyza bonariensis*, *Marsypianthes chamaedrys*, *Solanum lycocarpum*, and *Solanum americanum* it was found the greatest presence of adults with average of 1.21, 1, 0.90, 0.85 and 0.83 adults/plant, respectively. Six out of 16 non-crop plants identified in chili pepper crops had aphids on them. Intraguild predation on eggs of *C. externa* was higher in the areas of chili pepper crops without non-crop plants (average = 2.91 predated eggs/card/plant) compared to the chili pepper crop areas with non-crop plants (average = 2.19 eggs/card/plant). In the laboratory assessments, both *C. externa* and *C. cubana* larvae survived for a longer time in the diets of *A. conyzoides* and *B.*

pilosa with flowers compared to the remaining diets in which I offered non-crop plants without flowers. Larvae development was significantly affected by the offered diets, eight *C. cubana* larvae pupated in the diet of *B. pilosa* and two *C. externa* larvae pupated in the diet of *S. oleraceus*, the higher number of pupae being formed in the diets with flowers for each lacewing species. The diet with *A. kuehniella* eggs was the only treatment where more than 70% of the larvae survived, pupated and emerged as adults. The average survivorship of adults in all diets with non-crop plants was five days, with no oviposition. In the diet with yeast and honey, survivorship was higher than 60 days for both lacewing species tested, with total oviposition of 775.35 (± 207.8) and 1108.12 (± 106.8) eggs/female for *C. externa* and *C. cubana*, respectively. Maintaining non-crop vegetation in chili pepper crop areas favours the presence of lacewings and decreases the intraguild predation. The use of plant flowers as food for larvae of *C. externa* and *C. cubana* favours their survivorship and may be useful as complementary food in the diet of these predators. Therefore, maintaining non-crop plants in crop fields may improve natural enemy survivorship and development.

INTRODUÇÃO GERAL

A pimenta-malagueta *Capsicum frutescens* é a variedade de pimenta mais conhecida e consumida no Brasil, o cultivo vem crescendo em várias regiões do país, com destaque para as regiões Nordeste e Sudeste, sendo os maiores produtores os estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (Rufino & Penteadó, 2006). A cultura da pimenta-malagueta apresenta grande importância não só por suas características de rentabilidade, quando se agrega valor ao produto, mais também por sua estimacão social, principalmente caracterizada como agricultura familiar e por ser uma cultura que utiliza elevada quantidade de mão-de-obra (Rufino & Penteadó, 2006; Ohara & Pinto, 2012).

Uma das principais causas de reduçáo da produtividade no cultivo de pimenta está relacionada ao conjunto de pragas que atacam folhas, flores e frutos em diferentes fases do ciclo da cultura (Venzon et al., 2006, 2011). Destacam-se como pragas-chaves do cultivo os pulgões *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Shulzer) (Hemiptera: Aphididae), o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) e a broca-do-fruto-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae) (Venzon et al., 2011). Devido ao ataque dos pulgões, as folhas tornam-se enroladas, encarquilhadas e os brotos ficam curvos e achatados. Os pulgões podem provocar também a eliminaçáo de um líquido açucarado denominado *honeydew*, o qual deixa as folhas pegajosas e meladas. Além disso, os pulgões podem transmitir vários vírus, capazes de provocarem reduçáo no crescimento de plantas, encarquilhamento de folhas e, conseqüentemente, afetar a produçáo e frutos (Venzon et al., 2011).

A cultura da pimenta carece de suporte fitossanitário. Os agricultores utilizam indevidamente agrotóxicos para o controle de pragas, pois inexistem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Agrofit, 2014) para utilizaçáo no controle de pragas no cultivo de pimenta. Estratégias de manejo que buscam o controle preventivo e complementar de herbívoros pode reduzir os impactos de organismos indesejáveis na cultura, além de ser uma alternativa sustentável para agricultores.

Estratégias de diversificaçáo da vegetaçáo nas áreas de cultivo podem reduzir o ataque de pragas através do incremento na populaçáo de inimigos naturais (Gurr et al., 2004; Jonsson et al., 2009; Jonsson et al., 2010). A manutençáo de faixas de plantas espontâneas nas áreas de cultivo pode representar aos agricultores uma estratégia de baixo investimento para o manejo de pragas. Essas faixas de plantas espontâneas

normalmente são integradas nos campos de cultivo e/ou ao redor deles, dependendo das características do habitat e de padrões de movimento dos inimigos naturais (Gurr et al., 2003; Skirvin et al., 2011). Existem duas hipóteses ecológicas para explicar a redução das populações de pragas em sistemas com vegetação diversificada: i) hipótese da *concentração de recursos*, a qual prediz que os herbívoros têm maior dificuldade em encontrar e colonizar plantas hospedeiras em sistemas complexos devido à diversidade de estímulos olfativos e visuais associados às distintas espécies de plantas presentes (Root, 1973; Andow, 1991), e ii) *hipótese dos inimigos naturais*, que propõe que a abundância de inimigos naturais é maior em cultivos diversificados devido a maior disponibilidade de alimentos alternativos (néctar, pólen e honeydew), ao fornecimento de áreas de refúgio e de microclima para condições adversas, e à disponibilidade de presas alternativas em épocas diversas (Landis et al., 2000; Gurr et al., 2003).

Embora carnívoros, muitos predadores utilizam alimento derivado de plantas, como pólen e néctar, cujo valor nutricional varia de acordo com as exigências das espécies predadoras e as circunstâncias em que se encontram (Venzon et al., 2006). Para algumas espécies de predadores itens não-presa são essenciais durante a etapa da vida não carnívora e para outros o alimento derivado da planta pode atuar como um recurso nutricional até a localização da presa ideal ou como um complemento de uma presa de qualidade inferior (Robinson, 2008; Taylor & Pfannenstiel, 2009; Patt et al., 2012). Alimentos não-presa estão associados com o aumento da sobrevivência e reprodução em coccinelídeos (Lundgren, 2009a; Amaral et al., 2013). Nectários florais e extraflorais em plantas espontâneas fornecem néctar para coccinelídeos adultos (Bertolaccini et al., 2008; Lundgren, 2009b) como recurso complementar ao fornecer nutrientes limitados e energia.

Entre os diferentes grupos de predadores, potenciais inimigos naturais de pragas da pimenta, destacam-se os insetos da família Chrysopidae (Ordem: Neuroptera) (Venzon et al., 2011). Estes predadores ocorrem em vários agroecossistemas e destacam-se pela alta taxa de predação de diversos herbívoros tais como pulgões, cochonilhas, moscas brancas, cigarrinhas, tripés, pisilídeos, ácaros, ovos e larvas de primeiro ínstar de lepidópteros, e outros artrópodes de corpo mole (Bortoli et al., 2006; Soffiantini & Luna, 2006; Carvalho & Souza, 2009). No entanto, o consumo de alimentos não-presa como o honeydew e material vegetal (folhas, frutos, pólen e néctar) (Coll & Guershon, 2002; Eubanks & Styrsky, 2005; Oliveira et al., 2010) tem sido relatado também. Apesar da ocorrência natural de diversas espécies de crisopídeos, tais como *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), no

agroecossistema da pimenta-malagueta (Venzon et al., 2011), suas populações nem sempre são suficientes para manter os herbívoros em níveis abaixo do dano econômico.

Uma das estratégias que poderia ser utilizada para incrementar as populações desses predadores é a utilização de faixas de vegetação espontânea nos cultivos de pimenta. Apesar de esta estratégia ser utilizada com sucesso em diversos agroecossistemas temperados (Hans Petersen et al., 2010; Ratnadass et al., 2011), em agroecossistemas tropicais há uma escassez de informações relativas aos recursos fornecidos pelas plantas espontâneas e suas interações com os inimigos naturais. Embora a diversificação possa aumentar as populações de inimigos naturais, o somatório de artrópodes predadores e parasitóides pode não resultar necessariamente em uma redução da população de herbívoros. Esse aumento pode ter múltiplos efeitos na supressão de herbívoros, atuando então de forma sinérgica, aditiva, não aditiva, ou mesmo antagônica (Cardinale et al., 2003, Snyder et al., 2005). Assim, torna-se necessário conhecer, quando se busca estratégias de controle biológico conservativo, o impacto na diversidade de vegetação sobre os principais inimigos naturais das pragas de interesse. Do mesmo modo, a compreensão das interações entre inimigos naturais e recursos alternativos, como os fornecidos por plantas espontâneas, constitui um quadro crítico para a implementação de estratégias de controle biológico conservativo em agroecossistemas tropicais (Amaral et al., 2013).

Neste trabalho foi estudado o papel da manutenção da vegetação espontânea no cultivo de pimenta-malagueta sobre a população de crisopídeos, visando à geração de informações a serem utilizadas na implementação de estratégias de controle biológico conservativo de pragas da pimenta. A partir desta perspectiva foram realizadas avaliações em áreas de cultivo de pimenta-malagueta para estabelecer: i) a influência de plantas espontâneas integradas no campo de cultivo na abundância de crisopídeos e na ausência ou presença de pulgões comparada com plantios de pimenta-malagueta sem vegetação espontânea, ii) a identificação das plantas espontâneas presentes na cultura, sua associação com crisopídeos (fonte de alimento, lugar oviposição e/ou refúgio) e a ausência ou presença de pulgões, e iii) a predação intraguilda em ovos de *C. externa* na presença e na ausência de plantas espontâneas. Posteriormente, no capítulo 2 estudou-se em laboratório o papel das inflorescências das plantas espontâneas de ocorrência comum em cultivos de pimenta (*Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* e *Sonchus oleraceus*) na sobrevivência, no desenvolvimento, na fecundidade e fertilidade de *C. externa* e *C. cubana*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrofit. 2014. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit> > Acessado em fevereiro de 2014.
- Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**. 36: 561-586.
- Amaral, D.S.S., Venzon, M., Duarte, M.V.A., Sousa, F.F., Pallini, A., Harwood, J.D. 2013. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control** 64, 338-346.
- Bertolaccini, I., Nunez-Perez, E., Tizado, E.J., 2008. Effect of wild flowers on oviposition of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) in the laboratory. **Journal of Economic Entomology** 101, 1792–1797.
- Bortoli, S.A., Caetano A.C., Murata, A.T., Oliveira, J.E.M. 2006. Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista de Biologia e Ciência da Terra** 6, 145–152.
- Cardinale, B.J., Harvey, C.T., Gross, K., Ives, A.R., 2003. Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. **Ecology Letters** 6, 857–865.
- Carvalho, C.F., Souza, B. 2009. Métodos de criação e produção de crisopídeos. pp. 77-115. In: Bueno, V. H. P. 2ª Ed. Controle Biológico de Pragas: produção massal e controle de qualidade. Editora UFLA. Lavras. Brasil. 429 p.
- Coll, M., Guershon, M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: Mixing plant and prey diets. **Annual Review of Entomology** 47, 267–297.
- Eubanks, M.D. 2005. Predaceous herbivores and herbivorous predators: The biology of omnivores and the ecology of omnivore–prey interactions. In P. Barbosa, & I. Castellanos (Eds.), **Ecology of predator–prey interactions** Oxford: Oxford University Press, pp 3–16.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic & Applied Ecology** 4, 107–116.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Altieri, M.A. (Eds). 2004. **Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods**. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp 232.
- HansPetersen, H.N., McSorley, R., Liburd, O.E. 2010. The impact of intercropping squash with non-crop vegetation borders on the above-ground arthropod community. **Florida Entomologist** 93, 590-608.

- Jonsson, M., Wratten, S.D., Robinson, K.A., Sam, S.A. 2009. The impact of floral resources and omnivory on a four trophic level food. **Bulletin of Entomological Research** 99, 275–285.
- Jonsson, M., Wratten, S.D., Landis, D.A., Tompkins, J.M., Cullen, R. 2010. Habitat manipulation to mitigate the impacts of invasive arthropod pests. **Biological Invasions** 12, 2933–2945.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology** 45, 175-201.
- Lundgren, J.G. 2009a. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control** 51, 294–305.
- Lundgren, J.G. 2009b. **Relationships of natural enemies and non-prey foods**. Dordrecht, The Netherlands: Springer International.
- Ohara, R., Pinto, C.M.F., 2012. Mercado de pimentas processadas. **Informe Agropecuário** 33, 7–13.
- Oliveira, S.A., Souza, B., Machado, A.A., Carvalho, C. A. 2010. Can larval lacewings *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) be reared on pollen?. **Revista Brasileira de Entomologia** 54, 697–700.
- Patt, J.M., Pfannenstiel, R.S., Meikle, W.G., Adamczyk, J.J. 2012. Supplemental diets containing yeast, sucrose, and soy powder enhance the survivorship, growth, and development of prey-limited cursorial spiders. **Biological Control** 63, 237-245.
- Ratnadass, A., Fernandes, P., Avelino, J., Habib, R. 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. **Agronomy Sustainable Development** 32, 273-303.
- Robinson, K.A., Jonsson, M., Wratten, S.D., Wade, M.R., Buckley, H.L. 2008. Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. **Basic and Applied Ecology** 9, 172–181.
- Root, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs** 43, 95-114.
- Rufino, J.L.S., Pentead, D.C.S. 2006. Importância econômica, perspectiva e potencialidades do Mercado para pimenta. **Informe Agropecuário** 27, 7-15.
- Soffiantini, L. R., Luna, B. J. 2006. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 6, 20-35.

- Skirvin, D.J., Kravar-Garde, L., Reynolds, K., Wright, C., Mead, A. 2011. The effect of within-crop habitat manipulations on the conservation biological control of aphids in field-grown lettuce. **Bulletin of Entomological Research** 101, 623–631.
- Snyder, W.E., Chang, G.C., Prasad, R.P., 2005. Conservation biological control: biodiversity influences the effectiveness of predators. In: Barbosa, P., Castellanos, I. (Eds.), **Ecology of Predator–Prey Interactions**. Oxford University Press, New York, NY, USA, pp. 211–239.
- Taylor, R.M., Bradley, R.A. 2009. Plant nectar increases survival, molting, and foraging in two foliage wandering spiders. **Journal of Arachnology** 37, 232–237.
- Venzon, M., Rosado, M.C., Euzébio, D.E., Souza, B., Schoereder, J.H. 2006. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology** 35, 371-376.
- Venzon, M.; Amaral, D.S.S.; Perez, A.L.; Rodrigues-Cruz, F.A.; Togni, P.H.B.; Oliveira, R.M. 2011. **Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura de pimenta**. Epamig, Belo Horizonte: MG, 140 p.

CAPÍTULO 1

Influência das plantas espontâneas na abundância de crisopídeos e na predação intraguilda

RESUMO – O manejo da vegetação espontânea nos agroecossistemas é uma estratégia que pode favorecer inimigos naturais através da provisão locais para oviposição e/ou refúgio, alimentos alternativos e menor taxa de encontro com outros insetos. Neste trabalho foi avaliado o papel das plantas espontâneas na abundância de crisopídeos. Foram identificadas as espécies de plantas espontâneas relacionadas com a presença do predador e como a vegetação espontânea pode intermediar na predação de ovos da espécie *C. externa*. O experimento consistiu de dois tratamentos, áreas de pimenta-malagueta com e sem vegetação espontânea, com três repetições de cada. O início do período de avaliação coincidiu com a redução dos tratamentos culturais na cultura e as amostragens foram feitas semanalmente durante três meses. Foi utilizada batida da planta em bandeja para coleta de larvas, rede entomológica em transectos e sugador para coleta de adultos, os ovos foram contados diretamente na planta. Foi feito o registro da ausência ou presença de pulgão nas plantas de pimenta e nas plantas espontâneas, e dos adultos de crisopídeos que não foram possíveis coletar com o sugador. O material coletado em campo foi levado para o laboratório para a identificação. Para avaliar a influência da diversificação da vegetação na predação intraguilda, foi realizado um experimento com ovos sentinela, dois cartões com ovos de *C. externa* foram pendurados em plantas de pimenta selecionadas aleatoriamente em cada parcela, um dos cartões ficou exposto, enquanto o outro ficou dentro de um saco de organza (controle). Após três dias em campo os cartões foram retirados das plantas e levados ao laboratório para análise. De acordo com os resultados o número médio de ovos e adultos de crisopídeos foi maior nas parcelas de pimenta com vegetação espontânea, enquanto ao número médio de larvas não houve diferença significativa entre as parcelas de pimenta-malagueta mantidas com e sem vegetação espontânea. As plantas mais frequentemente encontradas nas parcelas foram *Bidens pilosa*, *Pennisetum* sp., *Solanum americanum*, *Blainvillea rhomboidea* e *Marsypianthes chamaedrys*. A maior presença de ovos foi registrada em *Emilia* sp. (média= 1 ovo/planta) e as espécies com maior presença de adultos foram *Pennisetum* sp., *Conyza bonariensis*, *M. chamaedrys*, *Solanum lycocarpum* e *S. americanum* com médias de 1,21, 1, 0,90, 0,85 e 0,83 adultos/planta, respectivamente. Não houve diferença significativa na presença de pulgão/planta de pimenta nas parcelas com e sem vegetação espontânea. Das 16 espécies de plantas

espontâneas identificadas no cultivo de pimenta, seis tinham presença de pulgão. Nas parcelas de pimenta com plantas espontâneas a média de ovos predados foi 2,18 e nas parcelas sem plantas espontâneas a média foi de 2,91 ovos predados. Este trabalho mostra que o crescimento natural de plantas espontâneas associadas à agroecossistema de pimenta-malagueta favorece a abundância e diversidade de crisopídeos, além de diminuir a predação intraguilda.

Palavras- chave: Crisopídeos, plantas espontâneas, manipulação do habitat, predação intraguilda.

CHAPTER 1

Influence of non-crop plants on the abundance of lacewings and on intraguild predation

ABSTRACT – Non-crop vegetation management in the agroecosystems is a strategy that may favour natural enemies by providing more oviposition and/or refuge sites, alternative food and a lower encounter rate with other insects. In this paper, I assessed the role played by non-crop plants in the abundance of lacewings. I identified non-crop plant species related to the presence of predators and how the non-crop vegetation may intermediate in predation of *C. externa* eggs. The experiment consisted in two treatments, chili pepper crop areas with and without non-crop plants, with three replications each. The beginning of the assessment period coincided with the reduction in the cultivation practices in the crop and sampling were made weekly along three months. A beating tray was used to collect larvae, an insect net in transects and an aspirator to collect adults; eggs were counted directly on the plants. Presence or absence of aphids on chili pepper plants and on non-crop plants was recorded, as well as the adult lacewings collected. The material collected in field was taken to the laboratory to be identified. To evaluate the influence of vegetation diversification in the intraguild predation, I performed an experiment with sentinel eggs. Two paper cards with eggs of *C. externa* were hanged in chilli pepper plants selected randomly in each plot, one of the cards remained exposed while the other was protected in a mesh bag (control). After three days in field, the cards were removed from the plants and taken to the laboratory for analysis. According to the results, the mean number of eggs and adults of lacewings was higher in the plots of chili pepper with non-crop plants, while for the mean number of larvae no significant difference was found between plots of chili pepper with or without non-crop vegetation. Plants that were found more frequently in the plots were *Bidens pilosa*, *Pennisetum* sp, *Solanum americanum*, *Blainvillea rhomboidea* and *Marsypianthes chamaedrys*. The greatest egg presence was recorded in *Emilia* sp. (average = 1 egg/plant) and species with greatest presence of adults were *Pennisetum* sp., *Conyza bonariensis*, *M. chamaedrys*, *Solanum lycocarpum* and *S. americanum* with average numbers of 1.21, 1, 0.90, 0.85 and 0.83 adults/plant, respectively. There was no significant difference for the presence of aphids/chili pepper plant in plots with or without non-crop vegetation. Six out of 16 non-crop plants identified in chili pepper crops had aphids on them. In the chili pepper areas with non-crop plants, the mean number of eggs predated was 2.2 and in the areas without non-crop plants the average

number of predated eggs was 2.9. This paper shows that natural growth of non-crop plants associated to chili pepper agroecosystems favour the abundance and diversity of lacewings, in addition to the decreasing of intraguild predation.

Key words: Lacewings, non-crop plants, habitat management, intraguild predation.

2. INTRODUÇÃO

A manipulação do habitat é uma importante estratégia de controle biológico conservativo que melhora o ambiente, tornando-o mais adequado para os inimigos naturais ao fornecer-lhes proteção contra fatores ambientais e fontes de alimentos alternativos, como o néctar, pólen e honeydew (Landis et al., 2000, Gurr et al., 2003). A manipulação do habitat favorece a fecundidade, longevidade e desempenho dos inimigos naturais melhorando assim a probabilidade de sucesso de controle biológico (Wratten et al., 2003). Esta prática inclui aumento da diversidade de plantas dentro ou fora da cultura, aspecto crítico no reforço da abundância dos insetos benéficos para o controle dos herbívoros (Rossing et al., 2003; Landis et al., 2005; Barberi et al., 2010).

A adoção desta prática ecológica está ganhando destaque, especialmente em sistemas de produção orgânica (Zehnder et al., 2007). Com a manutenção de faixas de plantas espontâneas nestes sistemas de produção se amplia o recurso de alimentos e se aumenta o número de locais disponíveis para oviposição e abrigo dos inimigos naturais (Landis et al., 2000; Lundgreen, 2009a). Especificamente, flores de plantas espontâneas fornecem pólen e néctar que atraem e mantêm uma comunidade diversificada de artrópodes predadores como sirfídeos (Tooker et al., 2006; Haenke et al., 2009), joaninhas (Burgio et al., 2006; Amaral et al., 2013), crisopídeos (Oliveira et al., 2009; Medeiros et al., 2010) e percevejos predadores (Atakan, 2010).

Apesar da ocorrência natural de diversas espécies de crisopídeos, tais como *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), no agroecossistema da pimenta-malagueta *Capsicum frutescens* (Solanaceae) (Venzon et al., 2011), suas populações nem sempre são suficientes para manter os herbívoros em níveis abaixo do dano econômico. O pulgão *Myzus persicae* (Shulzer) (Hemiptera: Aphididae) é um dos insetos mais comuns e pode causar danos diretos e indiretos, que acarretam prejuízos à produção (Venzon et al., 2006, 2011). A manutenção de plantas espontâneas próximas ao plantio de pimenta pode favorecer a presença de crisopídeos, inimigo natural associado aos pulgões.

No caso dos crisopídeos a diversificação de plantas em um ecossistema pode favorecer sua presença por proporcionar condições adequadas à sua permanência oferecendo proteção e fonte de alimento (Landis et al., 2000; Gurr et al., 2003). De acordo com Freitas & Fernandes (1996), os crisopídeos adultos migram em procura de alimento quando este se encontra escasso no ecossistema em que estiver visitando, existem evidências de que habitats estruturalmente complexos influenciam o

comportamento de forrageamento de predadores (Grabowski, 2004; Burgio et al., 2006; Finke & Denno, 2006).

Ao se pensar na interação entre diferentes populações de crisopídeos, plantas espontâneas podem reduzir a influência direta de uma espécie sobre outra, caracterizada pelo consumo de alimento, ou podem influenciar indiretamente, quando se permite a coexistência de espécies devido à heterogeneidade do habitat (Moonen & Barberi, 2008). Adicionalmente, um fator que pode reduzir populações de determinadas espécies de crisopídeos em agroecossistemas está correlacionada com canibalismo e predação intraguilda. A presença de plantas espontâneas poderia garantir a coexistência de espécies ao reduzir os efeitos negativos da interação entre populações de predadores. Melhorar a compreensão dessas interações, portanto, poderia estabelecer um quadro importante para a gestão da conservação futura dos agroecossistemas tropicais (Amaral et al., 2013).

A partir desta perspectiva foram realizadas avaliações em áreas de cultivo de pimenta-malagueta para estabelecer: i) a influência de plantas espontâneas integradas no campo de cultivo na abundância de crisopídeos e na ausência ou presença de pulgões comparada com plantios de pimenta-malagueta sem vegetação espontânea, ii) a identificação das plantas espontâneas presentes na cultura, sua associação com crisopídeos (fonte de alimento, lugar oviposição e/ou refúgio) e a ausência ou presença de pulgões, e iii) a predação intraguilda em ovos de *C. externa* na presença e na ausência de plantas espontâneas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

A pesquisa de campo foi realizada no período de setembro até novembro de 2013, na Fazenda Experimental Vale do Piranga, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), no município de Oratórios (20° 25' 50" S e 42° 48' 20" W), Minas Gerais, Brasil. O experimento consistiu de dois tratamentos, os quais foram repetidos três vezes. Cada parcela experimental foi representada por uma área de 100 m². Mudanças de pimenta com 60 dias foram transplantadas em espaçamento de 1 m entre plantas e 1 m entre entrelinhas, totalizando 100 plantas por parcela. As parcelas foram irrigadas diariamente e receberam adubação de cobertura NPK (20:5:20) mensalmente. Em três parcelas, a vegetação espontânea foi preservada nas bordas desde o início do

cultivo e nas entrelinhas passado o período crítico de interferência (30 dias após o transplante) para evitar a competição das plantas espontâneas com as plantas de pimenta. Em outras três parcelas a vegetação espontânea das bordas e das entrelinhas foi totalmente suprimida pelo método cultural de capina, sempre que necessário. Cada parcela estava distante uma da outra por 45 m e a seleção das parcelas mantidas com e sem vegetação espontânea foi feita aleatoriamente.

3.2 Abundância de crisopídeos e presença de pulgões nas plantas de pimenta

Para avaliar a influência das plantas espontâneas na abundância de crisopídeos nas áreas de pimenta-malagueta, foram realizadas amostragens semanais a partir do quarto mês após o plantio da pimenta-malagueta até o sétimo mês de cultivo. O início do período de amostragem coincidiu com a redução dos tratos culturais na cultura, o que possibilitou a manutenção da vegetação espontânea no entorno e nas entrelinhas. As amostragens foram realizadas em 10 pontos selecionados aleatoriamente dentro de cada parcela, das 9:00 as 13:00 h. Em cada ponto, duas plantas de pimenta foram meticulosamente inspecionadas (cerca de 2 min/planta) utilizando-se sugador para coleta de adultos de crisopídeos, registro de adultos observados nas plantas e que não foi possível coletar com o sugador, e batida da planta em bandeja para amostragem de larvas. A bandeja era colocada em baixo da planta e esta era balançada cinco vezes, em seguida, eram coletados todas as larvas de crisopídeos presentes. Os ovos foram contados diretamente na planta. Além da amostragem direta nas plantas de pimenta, foi feita amostragem com rede entomológica em transectos de 10 metros, localizados nas entrelinhas dos plantios de pimenta com e sem a presença de plantas espontâneas. Em cada parcela foram amostrados quatro transectos batendo a rede entomológica 20 vezes/transecto.

Os indivíduos coletados foram transferidos para frascos contendo álcool 70% e levados ao laboratório para posterior identificação. Foi feito também o registro da presença ou ausência de pulgões (*M. persicae* e *Aphis gossypii*) em cada planta de pimenta amostrada.

A abundância de crisopídeos nas parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea foi analisada através de um modelo linear generalizado (GLM), assumindo uma distribuição de Poisson, quando necessário houve correção da sobredispersão com distribuição quasi-poisson (Crawley, 2007). Os dados correspondentes à presença ou ausência de pulgões nas plantas de pimenta foram analisados através de um modelo linear generalizado (GLM), assumindo distribuição binomial (Crawley, 2007). As

análises estatísticas foram realizadas utilizando a versão do software R 2.15 (R Development Core Team, 2012).

3.3 Abundância de crisopídeos e presença de pulgões nas plantas espontâneas

Foi avaliada a abundância de crisopídeos nas plantas espontâneas presentes nas parcelas experimentais, com o objetivo de estabelecer quais espécies de plantas espontâneas estavam relacionadas com a presença do predador na cultura e por quais espécies o predador apresentava preferência. Para realizar as amostragens, foi utilizado um quadrado de madeira vazado, com área interna de 0,25 m² (adaptado de Smith et al., 2011), o qual foi lançado 12 vezes aleatoriamente nas áreas com plantas espontâneas, três vezes por cada lado da borda e três vezes em cada entrelinha dentro da área de cultivo de pimenta. As plantas eram avaliadas meticulosamente (cerca de 2 min coleta/planta) para identificar presença de ovos, larvas e/ou adultos de crisopídeos. Depois da observação visual os ovos eram contados diretamente na planta, crisopídeos adultos eram coletados com sugador e foi feito o registro dos adultos que foram observados nas plantas, mas não foram possíveis de coletar. Para garantir a amostragem abrangente de larvas foi realizada batida da planta em bandeja, conforme descrito no item 3.2. Tanto os adultos quanto as larvas foram transferidos para tubos de ensaio contendo álcool 70% e levados para o laboratório para a identificação. Também foi feito o registro da presença ou ausência de pulgões em cada planta espontânea amostrada. Em cada amostragem foi feito o registro das espécies de plantas espontâneas presentes no quadrado. As amostragens foram realizadas semanalmente (12 datas de amostragem) das 9:00 as 13:00h.

Os dados referentes ao número de espécies de plantas identificadas nas parcelas, sua frequência de ocorrência durante as amostragens, assim como o número total e o número médio de ovos e adultos registrados por espécie de planta espontânea foram apresentados de forma descritiva. Durante as amostragens não foram encontradas larvas de crisopídeos. Os dados correspondentes à presença ou ausência de pulgões nas plantas espontâneas foram analisados através de um modelo linear generalizado (GLM), assumindo distribuição binomial (Crawley, 2007).

3.4 Predação intraguilda

Para avaliar a influência da diversificação da vegetação na predação intraguilda, foi realizado um experimento com ovos sentinela. Ovos de *C. externa* foram pendurados em plantas de pimenta nas seis parcelas experimentais descritas no item 3.1. Os ovos de

C. externa foram obtidos de adultos criados em laboratório em dieta de mel e levedo de cerveja. As fêmeas foram deixadas em gaiolas revestidas e vedadas com papel cartão preto durante 24h para ovipositar. Posteriormente os ovos eram contados e foram recortados cartões (5 x 3 cm) com cinco ovos.

Os cartões com ovos foram pendurados com barbante na parte apical das plantas de pimenta selecionadas aleatoriamente (cinco plantas/parcela) em cada uma das seis parcelas de pimenta, a face do cartão contendo os ovos ficava virada do lado de dentro da planta. Em cada planta foram pendurados dois cartões. Um dos cartões ficou exposto, enquanto o outro ficou dentro de um saco de organza (6 x 4 cm). Esse procedimento serviu como controle para impedir a ação de qualquer predador ou parasitoide e para corrigir qualquer dano devido à dessecação natural. Os ovos foram deixados nas parcelas por três dias, quando os cartões foram retirados das plantas e levados ao laboratório para análise. Este tempo foi baseado no período de incubação dos ovos, que é cerca de 5 dias a 25 °C (Figueria et al., 2000). Desse modo foi reduzida a possibilidade de canibalismo já que o consumo de ovos, larvas ou pupas de seus co-específicos é característica comum na família Chrysopidae (Costa et al., 2003). Como *C. externa* adere seus ovos ao substrato através de um pedicelo, a possibilidade de deslocamento desses ovos por ventos e chuvas é pequena. Dessa forma, os ovos não encontrados nos cartões foram considerados como predados e os ovos restantes foram observados em microscópio estereoscópico para verificar os danos por insetos mastigadores ou sugadores.

Ovos intactos foram individualizados em Eppendorf 1,5 ml, contendo no fundo algodão levemente umedecido, para permitir a eclosão de larvas ou de parasitóides, e mantidos em laboratório em condições de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR. Após 10 dias, ovos não eclodidos foram dissecados para observação do conteúdo interno.

O procedimento descrito de liberação de cartões no campo foi realizado semanalmente, durante cinco semanas. Os dados representando o número de ovos predados e o número de larvas eclodidas por cartão foram submetidos à análise através de modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição Poisson e quando necessário houve correção da sobredispersão com distribuição quasi-poisson (Crawley, 2007). As análises foram efetuadas no software RGui (R Development Core Team, 2012). No controle não foram encontrados ovos predados por esta razão eles não foram parte da análise. Durante as avaliações dos ovos em laboratório não se registrou ovos parasitados.

4. RESULTADOS

4.1 Abundância de crisopídeos e presença de pulgões nas plantas de pimenta

Os principais gêneros de crisopídeos encontrados foram *Chrysoperla*, *Ceraeochrysa* e *Chrysopodes*, sendo este último o mais abundante.

O número total de ovos de crisopídeos nas plantas de pimenta ao longo das amostragens foi afetado pelas plantas espontâneas ($F=17,24$; $gl=1$; $P<0,001$), mas não houve diferença significativa com relação ao tempo da amostragem ($F=2,13$; $gl=9$; $P=0,025$). A interação tempo e parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea foi significativa ($F=2,44$; $gl=9$; $P<0,001$). A média de ovos/planta foi de 0,457 e 0,147 nas parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea, respectivamente (Figura 1).

A manipulação do habitat no cultivo de pimenta afetou significativamente o número de adultos de crisopídeos encontrados nas plantas de pimenta ($F=89,66$; $gl=1$; $P<0,001$). Nas parcelas de pimenta com vegetação espontânea foram encontrados em média 0,68 adultos/planta e nas parcelas de pimenta sem vegetação espontânea 0,16 adultos/planta. O tempo das amostragens afetou significativamente a abundância de adultos de crisopídeos ($F=20,93$; $gl=9$; $P<0,001$), com médias que oscilaram entre 0 indivíduo na primeira semana de avaliação até 0,97 adultos por planta na décima semana (Figura 1). A interação tempo e parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea não foi significativa ($F=1,71$; $gl=9$; $P=0,084$). Nas amostragens de batida da planta em bandeja não foram encontrados larvas, mas sim na amostragem de transecto.

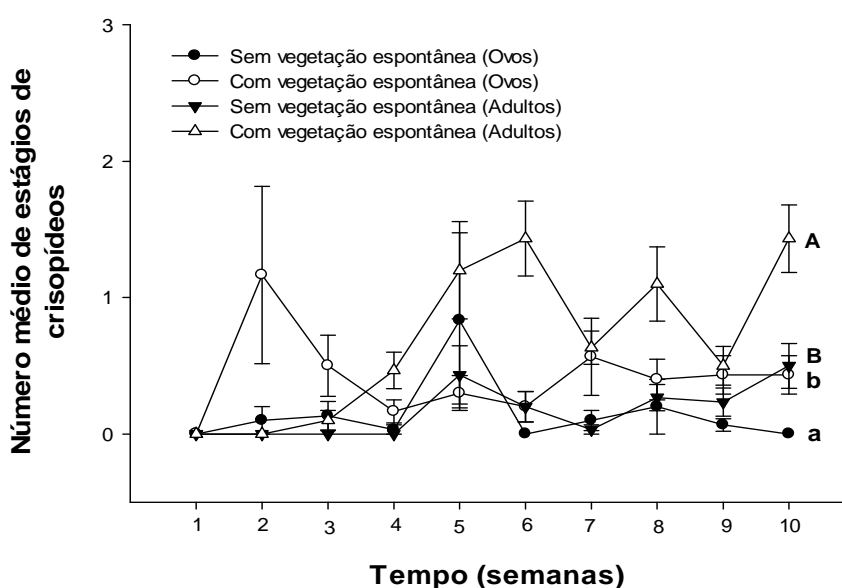


Figura 1. Número médio de ovos e adultos de crisopídeos encontrados por planta de pimenta nas parcelas com e sem vegetação espontânea. Letras diferentes indicam diferença significativa ($P<0,001$).

Não houve diferença significativa no número de larvas de crisopídeos encontradas por transecto nas parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea ($Dev=32,75$; $gl=1$; $P>0,05$) e da mesma forma no tempo ($Dev=22,65$; $gl=9$; $P=0,34$). A interação tempo e parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea também não foi significativa ($Dev=17,11$; $gl=9$; $P=0,78$). O número médio de larvas/transecto tanto nas parcelas de pimenta com plantas espontâneas quanto nas parcelas sem plantas espontâneas foi de 0,17, para o tempo foram registradas médias de 0,042, 0,083 e 0,042 larvas/transecto na quinta, sétima e décima semana, respectivamente. Nas semanas restantes não se encontraram larvas em nenhum dos transectos amostrados (Figura 2).

Houve diferença significativa na abundância de adultos de crisopídeos/transecto ($Dev=371,87$; $gl=1$; $P<0,001$) entre as parcelas com e sem vegetação espontânea, encontrando em média 0,850 adultos/transecto nas entrelinhas com vegetação espontânea e 0,275 adultos nas entrelinhas sem vegetação espontânea. O tempo da amostragem afetou significativamente a abundância de adultos de crisopídeos ($Dev=206,12$; $gl=9$; $P<0,001$), com médias de 1,62 adultos/transecto na quinta semana e 1,46 na última semana da amostragem sendo as maiores médias registradas, as médias correspondentes às semanas restantes variaram de 0,083 até 0,96 adultos/transecto (Figura 2). A interação tempo e parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea não foi significativa ($Dev=197,34$; $gl=9$; $P=0,45$).

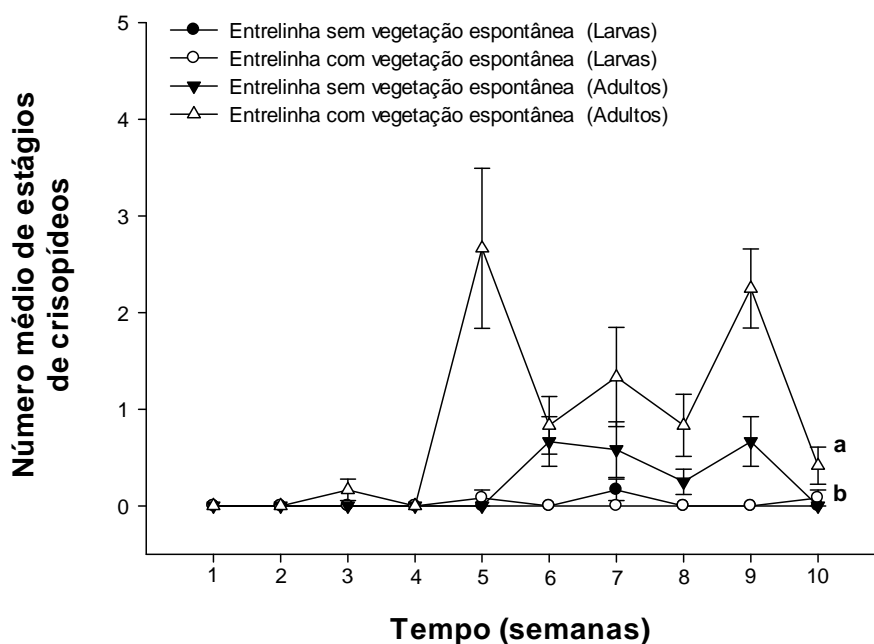


Figura 2. Número médio de larvas e adultos de crisopídeos por transecto nas parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea. Letras diferentes indicam diferença significativa ($P<0,001$).

Quanto aos resultados obtidos sobre a presença ou ausência de pulgão não houve diferença significativa ($X^2=705,79$; $gl=1$; $P=0,93$) quando comparadas as parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea (Figura 3). No entanto houve diferença significativa no tempo ($X^2=606,66$; $gl=9$; $P<0,001$). A interação tempo e parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea não foi significativa ($X^2=599,32$; $gl=9$; $P=0,6020$). Desde a primeira semana de amostragem até a quarta semana foi encontrado o maior número de plantas de pimenta com presença de pulgões nas parcelas com e sem vegetação espontânea sendo a quarta semana a de maior ocorrência da praga. Na quinta, sexta e sétima semana de amostragem houve menor número de plantas de pimenta com presença de pulgões.

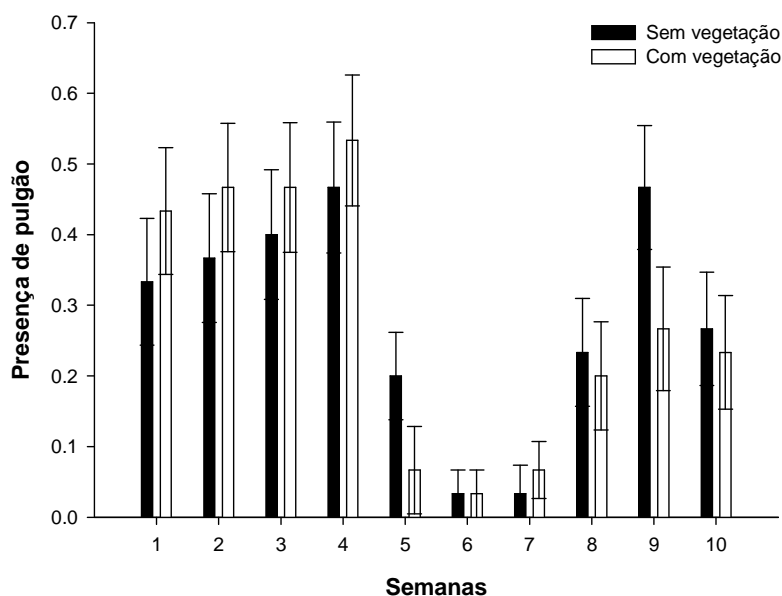


Figura 3. Presença de pulgão em plantas de pimenta, nas parcelas com e sem vegetação espontânea.

4.2 Abundância de crisopídeos e presença de pulgões na vegetação espontânea

Foram identificadas 16 espécies de plantas espontâneas nas áreas de pimenta-malagueta onde foi mantida a vegetação espontânea. Na tabela 1 se encontra a frequência de todas as espécies de plantas espontâneas, assim como o número total de ovos e adultos de crisopídeos registrados em cada uma das espécies de plantas espontâneas/quadrado de amostragem e a média tanto de ovos enquanto de adultos de crisopídeos/espécie de planta.

As plantas mais frequentemente encontradas foram *Bidens pilosa*, *Pennisetum* sp., e *Solanum americanum*, seguidas de *Blainvillea rhomboidea* e *Marsypianthes chamaedrys*. As espécies que registraram uma frequência meia de ocorrência foram

Sonchus oleraceus e *Ipomoea nil*. As nove espécies restantes apresentaram ocorrência menor a dez vezes na somatória total dos quadrados durante o período de amostragem.

Emilia sp. foi a única planta espontânea que das vezes que foi encontrada em campo sempre tinha presença de ovos registrando em média 1 ovo/planta, seguido das espécies *Pennisetum* sp., *Amaranthus deflexus* e *I. nil*; nas espécies de plantas espontâneas mais frequentemente encontradas o número médio de ovos por planta foi mais baixo, em comparação com as plantas anteriormente mencionadas. *Emilia* sp. e *Amaranthus deflexus* foram espécies de baixa ocorrência nas parcelas. Em sete espécies de plantas não se encontrou presença de ovos (Tabela 1).

O número total de adultos observados visitando as espécies de plantas espontâneas foi maior em *Pennisetum* sp., *S. americanum* e *B. pilosa*, espécies mencionadas anteriormente como as de maior frequência de ocorrência. Quanto que *Pennisetum* sp., *Conyza bonariensis*, *M. chamaedrys*, *Solanum lycocarpum* e *S. americanum* foram as plantas com o maior número médio de adultos. A única espécie de planta onde não foram observados adultos foi em *Emilia* sp. Apesar de *B. pilosa* ter sido a espécie de planta com a maior frequência de ocorrência, as médias correspondentes ao número de ovos e adultos foram baixas (Tabela 1).

A presença de pulgão foi afetada pela espécie de planta espontânea ($X^2=249,45$; $gl=15$; $P<0,001$) e pelo tempo ($X^2=189,81$; $gl=9$, $P<0,001$), mas não houve diferença significativa na interação tempo e espécie de planta espontânea ($X^2=160,13$; $gl=76$; $P=1$). Das espécies de plantas espontâneas identificadas nas parcelas de pimenta foi registrada presença da praga em *Pennisetum* sp., *B. pilosa*, *S. oleraceus*, *S. americanum*, *M. chamaedrys* e *I. nil*. Nas duas primeiras semanas da amostragem não foi registrada presença de pulgão em nenhuma das plantas avaliadas, a partir da quarta semana foi observada presença da praga.

Tabela 1. Frequência das espécies de plantas espontâneas encontradas nas parcelas da pimenta-malagueta com vegetação espontânea, número total de ovos e adultos de crisopídeos registrados em cada uma das espécies de plantas espontâneas identificadas/quadrado de amostragem e a média de ovos e adultos de crisopídeos/espécie de planta.

| Espécie de planta espontânea | Famílias das espécies de plantas espontâneas | Frequência de plantas espontâneas** | Total de ovos** | Número médio de ovos | Total de adultos** | Número médio de adultos |
|-------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <i>Pennisetum</i> sp. | Poaceae | 150 | 81 | 0,540 | 182 | 1,213 |
| <i>Solanum americanum</i> | Solanaceae | 136 | 5 | 0,037 | 113 | 0,831 |
| <i>Bidens pilosa</i> | Asteraceae | 258 | 30 | 0,116 | 112 | 0,434 |
| <i>Marsypianthes chamaedrys</i> | Lamiaceae | 53 | 4 | 0,075 | 48 | 0,906 |
| <i>Blainvillea rhomboidea</i> | Asteraceae | 61 | 10 | 0,164 | 28 | 0,459 |
| <i>Ipomoea nil</i> | Convolvulaceae | 27 | 6 | 0,222 | 21 | 0,778 |
| <i>Sonchus oleraceus</i> | Asteraceae | 41 | 2 | 0,049 | 15 | 0,366 |
| <i>Hypstis suaveolens</i> | Lamiaceae | 17 | 0 | 0,000 | 8 | 0,471 |
| <i>Conyza bonariensis</i> | Asteraceae | 6 | 0 | 0,000 | 6 | 1,000 |
| <i>Solanum lycocarpum</i> | Solanaceae | 7 | 0 | 0,000 | 6 | 0,857 |
| <i>Acanthospermum australe</i> | Asteraceae | 13 | 0 | 0,000 | 3 | 0,231 |
| <i>Ipomoea guamoclit</i> | Convolvulaceae | 3 | 0 | 0,000 | 1 | 0,333 |
| <i>Physalis angulata</i> | Solanaceae | 3 | 0 | 0,000 | 1 | 0,333 |
| <i>Ageratum conyzoides</i> | Asteraceae | 10 | 0 | 0,000 | 5 | 0,200 |
| <i>Amaranthus deflexus</i> | Amaranthaceae | 7 | 2 | 0,286 | 1 | 0,143 |
| <i>Emilia</i> sp. | Asteraceae | 7 | 7 | 1,000 | 0 | 0,000 |

**Somatória de dados encontrados durante as dez semanas de amostragem. A tabela foi ordenada pelo total de adultos de crisopídeos. Os valores correspondentes as colunas de número médio foram obtidos da divisão dos dados das colunas de número total entre a frequência de cada espécie de planta espontânea, respectivamente.

4.3 Predação intraguilda

Nos cartões que foram colocados dentro de sacos de organza não foi verificada predação dos ovos de *C. externa*. Nos ovos desprotegidos da organza, houve diferença significativa na predação de ovos de *C. externa* nas parcelas de pimenta com e sem plantas espontâneas ($F=4,46$; $gl=1$; $P=0,037$). A média de ovos predados/cartão/planta foi 2,2 nas parcelas com plantas espontâneas e 2,9 ovos predados/cartão/planta nas parcelas sem plantas espontâneas (Figura 3). O tempo não teve efeito na predação dos ovos de *C. externa* ($F= 0,88$; $gl= 4$; $P= 0,47$) e a interação tempo e parcelas de pimenta com e sem vegetação espontânea não foi significativa ($F= 1,17$; $gl=4$; $P=0,33$).

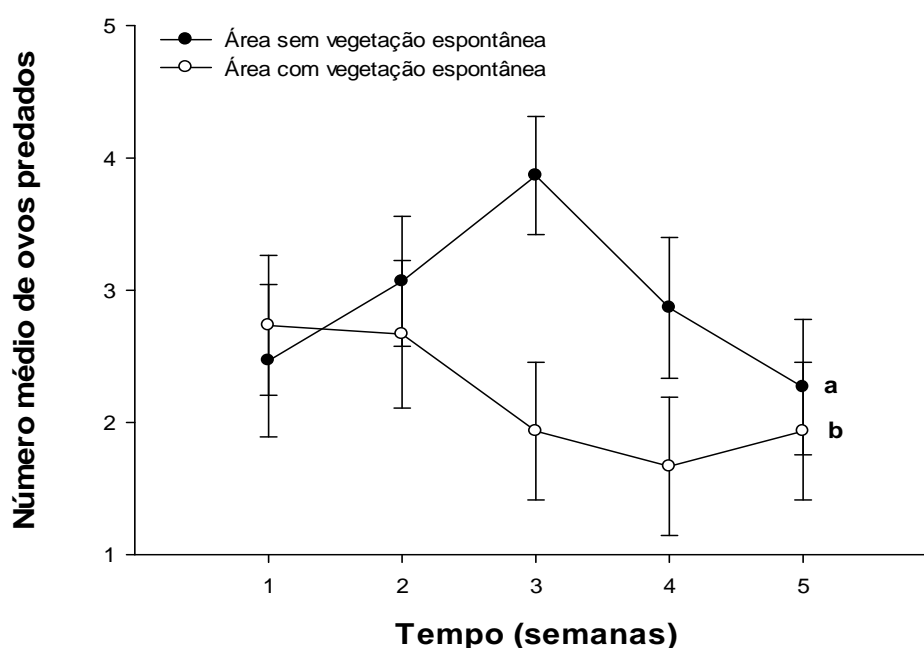


Figura 3. Número médio de ovos de *Chrysoperla externa* predados por cartão nas parcelas de pimenta-malagueta com e sem vegetação espontânea. Cada cartão (5 x 3 cm) continha cinco ovos intactos os quais ficaram expostos nas parcelas por três dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($P<0,001$).

O acondicionamento dos cartões com ovos teve efeito sobre o número de larvas eclodidas ($F= 166,56$; $gl= 1$; $P<0,001$), no cartão exposto a média de larvas eclodidas foi de 2,12 enquanto no cartão controle a média foi de 4,58 larvas/cartão. Durante o tempo da amostragem nas parcelas de estudo e depois das avaliações em laboratório não foram registrados ovos de crisopídeos parasitados. Na figura 4 se podem observar alguns dos ovos de *C. externa* que foram predados. Os ovos foram observados ao microscópio estereoscópio.

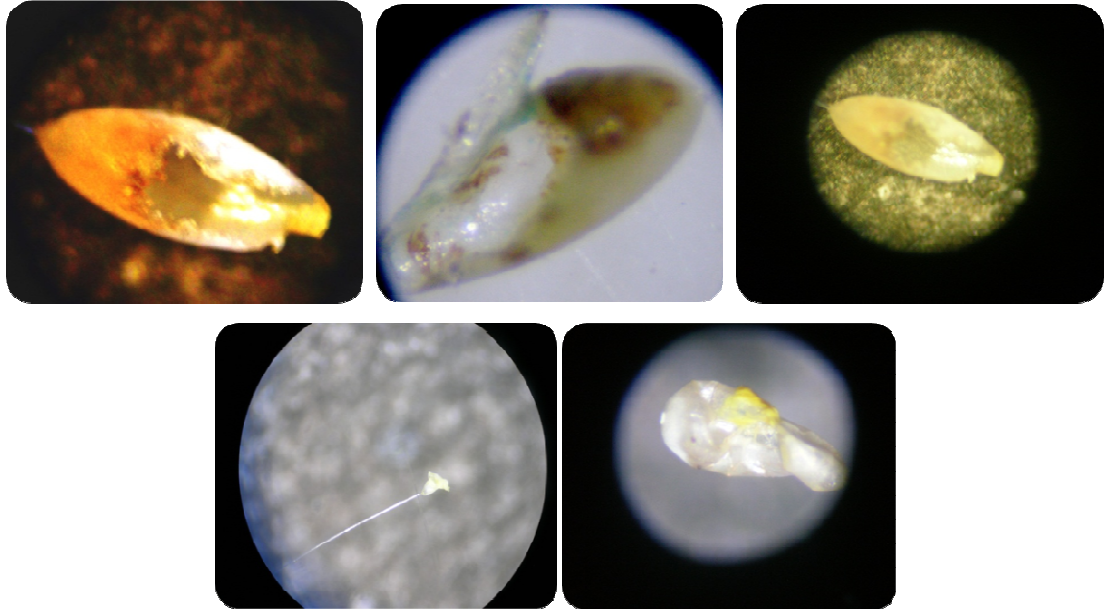


Figura 4. Ovos de *Chrysoperla externa* com danos causados por predadores quando expostos nas parcelas de pimenta-malagueta com e sem vegetação espontânea. Os ovos foram observados ao microscópio estereoscópio.

5. DISCUSSÃO

O manejo do habitat com a manutenção da vegetação espontânea, dentro ou a redor da cultura de pimenta-malagueta, forneceu aos crisopídeos recursos que podem ser um fator limitante quando o cultivo é manejado como monocultura. Diferentes estudos mostram que a densidade e diversidade de inimigos naturais tende a ser maior em agroecossistemas com uma alta proporção de vegetação espontânea (Bianchi et al., 2006; Jonsson et al., 2008). Esta abordagem pode levar a um melhor controle biológico, mas exige muitas vezes o conhecimento dos inimigos naturais e a seleção adequada dos recursos alimentares a serem implementados nos agroecossistemas, devido a que as necessidades nutricionais dos inimigos naturais podem variar segundo a espécie (Medeiros et al., 2010).

Penissetum sp. (Poaceae) foi uma das espécies espontâneas encontradas com maior frequência nas parcelas e tanto adultos quanto ovos de crisopídeos foram repetidamente observados sobre a planta espontânea. O que sugere que esta espécie além de fornecer recurso alimentar para os adultos também favorece a oviposição. Medeiros et al. (2010) já haviam reportado a preferência de *C. externa* pelo consumo de pólen de gramíneas (Poaceae) encontrando grande quantidade do pólen em seu trato digestivo. No estudo conduzido por Oliveira et al. (2009) foi observado efeitos positivos sobre a capacidade reprodutiva dos adultos quando foi adicionado mel ao pólen de capim-elefante, *Pennisetum purpureum* (Schum). Além disso, a dieta constituída por pólen de essa gramínea permitiu o completo desenvolvimento das larvas de *C. externa*. As gramíneas são uma importante fonte de recurso para os crisopídeos.

Além da espécie de planta espontânea *Pennisetum* sp., no plantio de pimenta-malagueta, crisopídeos adultos foram mais comumente observados visitando as plantas com flores *S. americanum* (Solanaceae), *B. pilosa* (Asteraceae) e *M. chamaedrys* (Lamiaceae). Sendo que durante o período de amostragem em campo sempre houve disponibilidade de plantas floridas. As flores fornecem a estes insetos recursos como o néctar e pólen que são essenciais para a sobrevivência, desenvolvimento, maturação sexual e a produção de ovos (Lee & Heimpel, 2008; Lundgren, 2009a; Lundgren & Seagraves, 2011; Seagraves et al., 2011; Amaral et al., 2013). Assim a manipulação adequada do habitat aumenta a eficácia dos inimigos naturais no controle biológico de pragas das culturas e a diversidade de plantas promove a sua presença e permanência porque fornece alimentos (Lin et al., 2003; Thorbek & Bilde, 2004).

As variações na abundância dos crisopídeos durante as semanas de avaliação podem ter acontecido não só pelo aspecto que envolve disponibilidade de plantas floridas no momento apropriado para satisfazer as necessidades alimentares do predador, mas também pela interferência de fatores ambientais como chuvas, baixas temperaturas, dias nublados e ventos no dia das amostragens em campo. Condições ambientais afetam o potencial reprodutivo e a eficiência dos inimigos naturais e apresentam grande influência no seu desenvolvimento e seu comportamento (Figueira et al., 2000; Maia et al., 2000; Fonseca et al., 2001).

Este trabalho evidencia que as plantas utilizadas pelos crisopídeos para ovipositar não necessariamente são as mesmas utilizadas como fonte de recurso alimentar, nem aquelas encontradas com maior ocorrência nos ambientes naturais. *Emilia* sp. foi uma planta escolhida entre muitas outras espécies (Tabela 1) pelas fêmeas de crisopídeos para deixar suas posturas, apesar de não ser uma planta de alta ocorrência nas parcelas de pimenta-malagueta estudadas. Aspecto importante já referenciado na ecologia dos insetos do gênero *Chrysoperla*, desde que o adulto alimenta-se de pólen e néctar, o local escolhido pelas fêmeas para oviposição muitas vezes não segue uma orientação ajustada à alimentação futura para as larvas (Medeiros et al., 2010).

Outro aspecto interessante é a diversidade das plantas exploradas pelos diferentes artrópodes predadores. Bertolaccini et al. (2011) reportaram a maioria das observações de sirfídeos, coccinelídeos e crisopídeos na família Asteraceae, apresentando a maior diversidade de gênero e espécies, embora houve escassos registros de crisopídeos, foram mais frequentemente observados na família Umbelliferae. Amaral et al. (2013) mostraram que as flores de plantas espontâneas *Ageratum conyzoides* e *B. pilosa* incrementam a sobrevivência de adultos e larvas da espécie nativa *Cycloneda sanguinea* mas não da espécie exótica *Harmonia axyridis* em pimenta-malagueta.

A diversidade e abundância de plantas espontâneas manejadas em associação com as culturas garantem a presença de inimigos naturais vendo-se favorecido o controle de pragas. Se recursos plantas são escassos nos agroecossistemas, a eficácia dos agentes de controle biológico pode ser comprometida. No obstante, as próprias pragas também podem explorar a vegetação espontânea associada às culturas (Lavandero et al, 2006), como observado neste trabalho onde as espécies de plantas espontâneas *Pennisetum* sp., *B. pilosa*, *S. oleraceus*, *S. americanum*, *M. chamaedrys* e *I. nil* registraram presença de pulgões. Tendo em conta que este herbívoro é presa ideal dos crisopídeos, estas plantas espontâneas podem ser utilizadas como reservatórios para o predador, sendo plantas que

oferecem alimento tanto para os adultos (néctar e pólen) como para os ínstares larvais (presas), além de serem plantas comumente encontradas em cultivos de pimenta.

O sucesso dos crisopídeos no manejo de pragas depende da habilidade do inseto para sobreviver e reproduzir-se nos lugares onde eles se encontram (Angelini & Freitas, 2006). A eficácia no controle das pragas também está associada com abundância e diversidade dos predadores. Neste trabalho foram encontradas altas populações de crisopídeos que podem ajudar a evitar o surto populacional de artrópodes herbívoros como os pulgões, praga chave na cultura da pimenta, reduzindo ou eliminando práticas inadequadas de controle.

Os resultados obtidos mostraram também que não houve maior presença de pulgões nas plantas de pimenta nas áreas com manutenção de plantas espontâneas (Figura 3), o que sugere que esta prática pode ser adotada para atrair inimigos naturais como crisopídeos de modo que consigam estabelecer-se nas áreas de cultivo antes que ocorra o dano da praga. Porém cada espécie de predador ajusta o seu comportamento de forrageamento às condições ambientais locais e densidades de presas, bem como a disponibilidade e qualidade dos alimentos oferecidos pela vegetação espontânea presente na área da cultura (Eubanks & Denno, 2000b).

Além do papel de fornecimento de alimento alternativo para artrópodes predadores, as plantas espontâneas podem intermediar interações entre populações de inimigos naturais como a predação intraguilddia. Neste caso, os resultados evidenciaram menor predação de ovos de *C. externa* nas parcelas de pimenta-malagueta com vegetação espontânea, fato que pode ser explicado porque as plantas espontâneas permitem a coexistência das espécies e reduzem a taxa de encontro dos insetos, fornecem maior quantidade e diversidade de recursos para serem explorados pela comunidade de artrópodes, além de providenciarem mais lugares de refúgio, formando assim um sistema mais complexo (Pell et al., 2008; Osawa, 2011).

Na monocultura, os ovos destes predadores ficam mais expostos aos seus inimigos sendo facilmente encontrados por eles e a disponibilidade de alimento é menor tendo assim pouca opção de escolha para alimentar-se. A predação intraguilddia pode ter ocorrido por joaninhas, aranhas e formigas presentes nas áreas (observação pessoal). Outro aspecto desfavorável é o canibalismo por parte das larvas de crisopídeos presentes no plantio, sendo que o consumo de ovos, larvas ou pupas de co-específicos é um comportamento típico entre estes predadores (Costa et al., 2003).

Outros autores têm estudado também o efeito da vegetação espontânea nas interações entre artrópodes, por exemplo, o trabalho de Amaral et al. (2013) mostraram

que o manejo de plantas espontâneas pode reduzir os possíveis efeitos negativos da competição por recursos limitados entre predadores no agroecossistema tropical de pimenta-malagueta, onde alguns coccinelídeos podem utilizar pólen e néctar como recurso suplementar para fornecer energia e prolongar sua sobrevivência (Hodek & Evans, 2012) e reduz a probabilidade de canibalismo e predação intraguilda (Pell et al, 2008).

A manutenção da vegetação espontânea na cultura de pimenta-malagueta favorece a presença dos crisopídeos não só por oferecer recursos alimentares, lugares de refúgio e oviposição mais também por reduzir a predação de ovos do inimigo natural. Todos estes fatores em conjunto favorecem a sua permanência na cultura beneficiando o controle biológico de pragas, aspecto de relevância nesta cultura devido a que os produtores incorrem em práticas inadequadas na tentativa de controle. Desta forma o planejamento da diversificação ambiental é importante para que haja sempre disponibilidade de recursos.

Conhecer a forma pela qual os predadores utilizam as diferentes espécies de plantas espontâneas pode ser útil para o manejo adequado da comunidade de insetos, atraindo inimigos naturais para as áreas cultivadas por meio da manutenção de suas plantas preferidas entre e ao redor da área de cultivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, D.S.S., Venzon, M., Duarte, M.V.A., Sousa, F.F., Pallini, A., Harwood, J.D. 2013. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control** 64, 338-346.
- Angelini, M.R., Freitas, S. 2006. Efeito da escassez de alimento no desenvolvimento pós-embriônico e no potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório **Bragantia** 65, 129–137.
- Atakan, E. 2010. Influence of weedy field margins on abundance patterns of the predatory bugs *Orius* spp. and their prey, the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*), on faba bean. **Phytoparasitica** 38, 313–325.
- Barberi, P., Burgio, G., Dinelli, G., Moonen, A.C., Otto, S., Vazzana, C., Zanin, G. 2010. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. **Weed Research** 50, 388-401.
- Bertolaccini, I., Núñez-Pérez, E., Tizado, E. J. 2011. Alternative plants hosts of legume aphids and predators, in the province of León (Spain). **Ciencia e Investigación Agraria** 38, 233-242.
- Bianchi, F.J.J.A., Booij C.J.H., Tscharntke, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. **Proceedings of the Royal Society** 273, 1715–1727.
- Burgio, G., Ferrari, R., Boriani, L., Pozzati, M., Van Lenteren, J. 2006. The role of ecological infrastructures on Coccinellidae (Coleoptera) and other predators in weedy field margins within northern Italy agroecosystems. **Bulletin of Insectology** 59, 59-67.
- Costa, R.I.F. Carvalho, C.F., Souza, B., Loreti, J. 2003. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1539-1545, Edição especial.
- Crawley, M.J., 2007. The R Book. John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- Eubanks, M.D., Denno, R.F. 2000b. Host plants mediate omnivore–herbivore interactions and influence prey suppression. **Ecology** 81, 936–947.
- Figueira, L.K., Carvalho, C.F., Souza, B. 2000. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras 24, 319-326.

- Finke, D.L., Denno, R.F. 2006. Spatial refuge from intraguild predation: implications for prey suppression and trophic cascades. **Oecologia** 149, 265-275.
- Fonseca, A., Carvalho, C.F., Souza, B. 2001. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia** 25, 251- 263.
- Freitas, S., Fernandes, O. 1996. Crisopídeos em agroecossistemas. In: Simposio de Controle Biológico. Foz de Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa-CNPSO: 1996. p. 283-293.
- Grabowski, J.H. 2004. Habitat complexity disrupts predator-prey interactions yet preserves the trophic cascade in oyster-reef communities. **Ecology** 85, 995-1004.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic & Applied Ecology** 4, 107–116.
- Haenke, S., Scheid, B., Schaefer, M.; Tschardtke, T., Thies, C. 2009. Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, p. 1106–1114.
- Hodek, I., Evans, E.W., 2012. Food relationships. In: Hodek, I., van Emden, H.F., Honek, A. (Eds.), **Ecology and Behaviour of Ladybird Beetles (Coccinellidae)**. John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 141–274.
- Jonsson, M., Wratten, S.D., Landis, D.A., Gurr, G.M. 2008. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. **Biological Control** 45, 172–175.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology** 45, p. 175-201.
- Landis D, A., Menalled, F. D., Costamagna, A.C., Wilkinson, T.K. 2005. Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. **Weed Science** 53, 902-908.
- Lavandero, B.I., Wratten, S.D., Didham, R.K. & Gurr, G.M. 2006. Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: a double-edged sword? **Basic and Applied Ecology** 7, 236–243.
- Lee, J.C., Heimpel, G.E. 2008. Floral resources impact longevity and oviposition rate of a parasitoid in the field. **Journal of Animal Ecology** 77: 565-572.

- Lin, R., Liang, H., Zhang, R., Tian, C., Ma., Y. 2003. Impact of alfalfa /cotton intercropping and management on some aphid predators in China. **Journal of Applied Entomology** 127, 33-36.
- Lundgren, J.G. 2009a. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control** 51, 294–305.
- Lundgren, J.G., Seagraves, M.P., 2011. Physiological benefits of nectar feeding by a predatory beetle. **Biological Journal of the Linnaean Society** 104, 661–669.
- Maia, W.J.S.S., Carvalho, C.F., Souza, B. 2000. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia** 24, 81-86.
- Medeiros, M.A., Ribeiro, P.A., Morais, H.C., Castelo Branco, M., Sujii, E.R., Salgado-Laboriau, M.L. 2010. Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. **Brazilian Journal of Biology** 70, 293-300.
- Moonen, A., Barberi, P. 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. **Agriculture Ecosystems & Environment** 127, 7–21.
- R Development Core Team, 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org/>.
- Rossing, W.A.H., Poehling, H.M., Burgio, G. 2003. Landscape Management for Functional Biodiversityin. Proceedings of the 1st Meeting at Bologna. IOBC/WPRS **Bulletin**, 15 p. 220.
- Oliveira, S.A., Auad, A.M., Souza, B., Carvalho, C.A., Souza, L.S., Amaral, R.L., Silva D.M. 2009. Benefícios do mel e pólen de forrageiras nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico** 76, 583-588.
- Oliveira, S.A., Souza, B., Machado, A.A., Carvalho, C. A. 2010. Can larval lacewings *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) be reared on pollen?. **Revista Brasileira de Entomologia** 54, 697–700.
- Osawa, N., 2011. Ecology of *Harmonia axyridis* in natural habitats within its native range. **BioControl** 56, 613–621.

- Pell, J.K., Baverstock, J., Roy, H.E., Ware, R.L., Majerus, M.E.N., 2008. Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: a review of current knowledge and future perspectives. **BioControl** 53, 147–168.
- Seagraves, M., Kajita, Y., Weber, D., Obrycki, J., Lundgren, J., 2011. Sugar feeding by coccinellids under field conditions: the effects of sugar sprays in soybean. **BioControl** 56, 305–314.
- Smith, E.A., Ditommaso, A., Fuchs, M., Shelton, A., Nault, B., 2011. 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** 40, 194–203.
- Tooker, J., Hauser, M., Hanks, L. 2006. Floral host plants of Syrphidae and Tachinidae (Diptera) of central Illinois. **Annals of the Entomological Society of America** 99, 96–112.
- Venzon, M., Rosado, M.C., Euzébio, D.E., Souza, B., Schoederer, J.H. 2006. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacerwing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology** 35, 371-376.
- Venzon, M.; Amaral, D.S.S.; Perez, A.L.; Rodrigues-Cruz, F.A.; Togni, P.H.B.; Oliveira, R.M. 2011. **Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura de pimenta**. Epamig, Belo Horizonte: MG, 140 p.
- Wratten, S.D., Lavandero, B., Scarratt, S., Vattala, D. 2003. Conservation biological control of insect pests at the landscape scale. IOBS/WPRS. **Bulletin** 26, 215–220.
- Zehnder, G., Gurr, G.M., Kuehne, S.; Wade, M.R., Wratten, S.D., Wyss, E. 2007. Arthropod pest management in organic crops. **Annual Review of Entomology** 52, 57–80.

CAPÍTULO 2

Parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* em inflorescências de plantas espontâneas

RESUMO - Os parâmetros biológicos dos insetos podem ser afetados por diversos fatores, sendo a fonte alimentar uns dos mais importantes. Apesar de sua dependência por artrópodes presas para seu crescimento e desenvolvimento, as larvas de crisopídeos podem beneficiar-se de alimentos não-presa, pois eles podem fornecer nutrientes favoráveis a sua biologia. A este respeito o presente trabalho teve como objetivo quantificar a sobrevivência, desenvolvimento, fecundidade e fertilidade de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* em inflorescências das plantas espontâneas *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* e *Sonchus oleraceus*. Estas espécies de plantas espontâneas são de ocorrência comum em cultivos de pimenta com referencia da presença do predador. O experimento com larvas consistiu de oito tratamentos, com 30 repetições: *B. pilosa*, *A. conyzoides* e *S. oleraceus* (com e sem inflorescência mais água), só água e ovos de *Anagasta kuehniella* e água. No experimento com os adultos foram testados as mesmas dietas, trocando a dieta de ovos por dieta de levedo de cerveja e mel. A sobrevivência das larvas das duas espécies de crisopídeos diferiu entre as dietas sendo maior em ovos de *A. kuehniella*, em inflorescências de *A. conyzoides* e de *B. pilosa*. Do mesmo modo a duração de cada ínstar foi significativamente influenciada pelas dietas testadas. Tanto as fêmeas enquanto os machos de *C. externa* e *C. cubana* não sobreviveram mais de cinco dias nas dietas oferecidas, exceto com a dieta de levedo e mel onde os adultos das duas espécies sobreviveram mais de 60 dias. Não houve oviposição em nenhuma das dietas testadas exceto na dieta de levedo de cerveja e mel. O uso de inflorescências de plantas espontâneas pelas larvas de *C. externa* e *C. cubana* permitem a sua sobrevivência e seu desenvolvimento. Assim, a manutenção dessas plantas no campo de cultivo pode beneficiar estes predadores, principalmente em momentos de escassez da presa ideal, ou como complemento alimentar de presas de baixa qualidade.

Palavras-chave: Crisopídeos, sobrevivência, desenvolvimento larval, inflorescências, plantas espontâneas.

CHAPTER 2

Biological parameters of *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana* fed on non-crop plant flowers

ABSTRACT – Insect biological parameters may be affected by several factors, food source being one of the most important among them. Despite their dependence on arthropod preys to grow and to develop, lacewing larvae may benefit from non-prey food. In this regard, the present research aimed to quantify the survivorship, development fecundity and fertility of *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana* in flowers of non-crop plants *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* and *Sonchus oleraceus*. Those species of non-crop plants commonly occur in chili pepper crops with registration of these predator presence on them. Larvae experiment consisted in eight treatments, with 30 replications: *B. pilosa*, *A. conyzoides* and *S. oleraceus* (with and without flowers and water), only water and *Anagasta kuehniella* eggs and water. In the experiment with adults, the same diets were assessed, switching the egg diet by a yeast and honey diet. Larvae survivorship of both lacewing species differed among diets, the highest survivorship being recorded in *A. kuehniella* eggs, *A. conyzoides* and *B. pilosa* flowers. Likewise, the duration of each instar was significantly influenced by the tested diets. Both females and males of *C. externa* and *C. cubana* did not survived more than five days in the diets offered, except for the yeast and honey diet where adults from both species survived more than 60 days. There was no oviposition under any of the tested diets, apart from the yeast and honey diet. The use of flowers in the diet of *C. externa* and *C. cubana* larvae allows their survivorship and change of larvae instar. Maintaining non-crop plants in crop fields may help natural enemy survivorship and development and fecundity, mainly in times of low ideal prey or when the quality of prey is low.

Key words: Lacewings, survivor, larval development, inflorescence, non-crop plants.

2. INTRODUÇÃO

Os parâmetros biológicos dos insetos podem ser afetados por diversos fatores, sendo a fonte alimentar uns dos mais importantes. Para algumas espécies de predadores itens não-presa são essenciais durante a etapa da vida não carnívora e para outros o alimento derivado da planta pode atuar como um recurso nutricional até a localização da presa ideal ou como um complemento de uma presa de qualidade inferior (Robinson, 2008; Taylor & Pfannenstiel, 2009; Patt et al., 2012).

Pólen e néctar são fundamentais para a sobrevivência e sucesso reprodutivo de muitas espécies de inimigos naturais (Lavandero et al., 2005; Taylor & Pfannenstiel, 2008). O pólen possui acima de 60% de proteína e, geralmente, é bem aceito na alimentação dos insetos, apresentando alta digestibilidade. No entanto, o valor do pólen como fonte de alimento para os predadores pode depender da espécie de planta (Roulston et al., 2000), diferenças na sua composição causam diversas respostas na biologia de predadores, afetando sua fisiologia (Boregas et al., 2003). O néctar e outros açúcares são particularmente importantes na satisfação das necessidades metabólicas e de alta energia dos insetos (Grover et al., 2007; Lundgren, 2009b; Taylor & Bradley, 2009; Taylor & Pfannenstiel, 2009). Pólen e néctar podem servir como adequado recurso de nutrientes durante períodos de baixa disponibilidade de presas, contribuindo para a energia de vôo, maturação sexual e produção de ovos (Lundgren, 2009a; Lundgren & Seagraves, 2011; Seagraves et al., 2011)

Dentre os neurópteros, os crisopídeos são importantes predadores encontrados em muitas culturas de interesse econômico. Se destacam pela voracidade na fase jovem, facilidade de criação em laboratório, elevado potencial de reprodução, tornando-se predadores chaves e potenciais no controle biológico (Carvalho & Souza, 2000; Bortoli et al., 2006; Soffiantini & Luna, 2006). Os crisopídeos se apresentam mais eficientes como predadores na fase larval, quando necessitam de substâncias ricas em proteínas e carboidratos na sua alimentação (Oliveira et al., 2009). A eficiência da fase larval ocorre principalmente no terceiro ínstar, quando possuem maior voracidade (Lira & Batista, 2006) e onde consomem cerca de 80% do alimento (Bortoli et al., 2006). É conhecido que a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval afetam a taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso, sobrevivência, bem como a fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição de adultos (Carvalho & Souza, 2000; Patt et al., 2003).

Os crisopídeos podem alimentar-se de ovos e lagartas neonatas, pulgões, cochonilhas, pisilídeos, ácaros, mosca branca e vários outros artrópodes de pequeno tamanho e de corpo brando (Carvalho & Souza, 2000, Bortoli et al., 2006; Soffiantini & Luna, 2006). No entanto, o consumo de alimentos não-presa, como o honeydew e material vegetal (Limburg & Rosenheim, 2001; Coll & Guershon, 2002; Eubanks & Styrsky, 2005) tem sido relatado também. Os alimentos não-presa ricos em açúcares e nutrientes adequados como fonte de energia podem ajudar a aumentar a longevidade e prolongar a atividade de forrageamento (Limburg & Rosenheim; 2001; Patt et al., 2003).

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) destacam-se como potenciais inimigos naturais de pragas da pimenta. Apesar da ocorrência natural de diversas espécies de crisopídeos, tais como *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), no agroecossistema da pimenta-malagueta (Venzon et al., 2011), suas populações nem sempre são suficientes para manter os herbívoros em níveis abaixo do dano econômico. A cultura da pimenta é de grande importância no Brasil, principalmente pela rentabilidade, quando se agrega valor ao produto, e por sua estimacão social, caracterizada como agricultura familiar (Rufino & Penteado, 2006, Ohara & Pinto, 2012). No entanto, os agricultores incorrem em práticas inadequadas na tentativa de controle de pragas devido a que a cultura carece de suporte fitossanitário (Agrofit, 2014).

Uma das estratégias que poderia ser utilizada para incrementar as populações de crisopídeos como alternativa de controle de pragas é a manutençao de recursos florais no cultivo, sendo de grande utilidade conhecer os efeitos destes recursos alimentares na biologia do predador. Desde esta perspectiva, estudou-se em laboratório o papel das inflorescências das plantas espontâneas de ocorrência comum em cultivos de pimenta (*Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* e *Sonchus oleraceus*) na sobrevivência, no desenvolvimento, na fecundidade e fertilidade de *C. externa* e *C. cubana*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação dos insetos

A criaçao de *C. externa* e de *C. cubana* foi mantida no laboratório de entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Unidade Regional Zona da Mata, em Viçosa, Minas Gerais ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 14 horas de

fotofase). Os indivíduos foram mantidos em gaiolas de PVC (15 x 15 cm) revestidas com papel toalha branco. As gaiolas foram fechadas nas extremidades superiores com filme de PVC e as extremidades inferiores foram apoiadas em bandejas plásticas (23 cm x 16 cm) forradas com papel toalha branco. A alimentação consistiu de dieta de levedo de cerveja e de mel (1:1) pincelada em tira de Parafilm® presa na parte superior da gaiola. Foi fornecida água em um frasco de 15 mL contendo um chumaço de algodão. O papel toalha, a dieta e os frascos com água foram trocados duas vezes por semana.

Os ovos depositados dentro das gaiolas foram retirados e colocados em potes plásticos (14 cm de diâmetro x 10 cm de altura) até a eclosão das larvas. A alimentação das larvas foi feita com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). As larvas eram individualizadas no segundo estágio em tubos (50 mL) vedados com filme de PVC. Cada larva recebia pequenas quantidades de ovos de *A. kuehniella* a cada três dias para evitar o excesso de alimento e a perda de ovos por fungos.

3.2 Plantas espontâneas

Na avaliação da sobrevivência de imaturos e adultos de crisopídeos foram utilizadas as espécies de plantas espontâneas comumente encontradas na cultura da pimenta-malagueta e com associação com crisopídeos (Amaral et al., 2013): *B. pilosa* (picão-preto), *A. conyzoides* (mentrasto) e *S. oleraceus* (serralha). As plantas foram coletadas no campo, colocadas em vasos (2 L) contendo uma mistura de solo e substrato (1:1) e mantidos em casa de vegetação.

3.3 Sobrevivência e desenvolvimento de larvas de crisopídeos

Larvas de primeiro ínstar de *C. externa* e *C. cubana* foram mantidas individualizadas em tubos de ensaio de fundo achatado (50 mL) e alimentadas com ovos de *A. kuehniella* até atingirem o segundo ínstar. Para os experimentos foram utilizadas larvas do segundo ínstar devido a que larvas do primeiro ínstar apresentam mortalidade própria do estágio e não pelas dietas oferecidas (teste preliminar Amaral et al., 2013). Posteriormente, as larvas foram individualizadas em potes plásticos transparentes (20 x 10 cm) contendo as dietas a serem testadas: (a) inflorescências de *A. conyzoides* + água; (b) folhas de *A. conyzoides* + água; (c) inflorescências de *B. pilosa* + água; (d) folhas de *B. pilosa* + água; (e) inflorescências de *S. oleraceus* + água; (f) folhas de *S. oleraceus* + água; (g) ovos de *A. kuehniella ad libitum* + água; e (h) água. A haste da inflorescência assim como o pecíolo da folha foram inseridos em uma placa Petri (2,5 cm de diâmetro) contendo água. Posteriormente, a placa foi vedada com Parafilm e inflorescências foram

colocadas dentro dos potes plásticos transparentes contendo as larvas dos crisopídeos. A água foi oferecida em chumaços de algodão umedecido. Os potes foram vedados com *voil* para permitir a ventilação. As inflorescências e as folhas foram trocadas a cada três dias. A sobrevivência e o desenvolvimento das larvas foram monitorados diariamente.

Para cada espécie de crisopídeo foram realizadas 30 repetições de cada tratamento. Cada repetição foi representada por um pote contendo uma larva de crisopídeo em cada uma das dietas testadas.

O método de Kaplan-Meier (Kaplan & Meier, 1958) foi utilizado para estimar as curvas de sobrevivência e o teste de Log-Rank foi aplicado para comparar as taxas de sobrevivência e estatísticas foram computadas usando a versão 2.15.0 R (R Development Core Team, 2012). Os dados da duração dos ínstaes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com test pus hoc Tukey ($\alpha=0,05$).

3.4 Sobrevivência e fecundidade de adultos de crisopídeos

Casais recém-emergidos de *C. externa* e de *C. cubana* foram individualizados em gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro x 10 cm de altura), revestidas no interior com papel toalha, e a base apoiada placa de Petri (14 cm de diâmetro), a parte superior das gaiolas eram vedadas com filme de PVC. Aos casais foram oferecidas as seguintes dietas: (a) inflorescências de *A. conyzoides* + água; (b) folhas de *A. conyzoides* + água; (c) inflorescências de *B. pilosa* + água (d) folhas de *B. pilosa* + água; (e) inflorescências de *S. oleraceus* + água; (f) folhas de *S. oleraceus* + água; (g) mel e levedo (1:1) + água; e (h) água.

A haste da inflorescência e o pecíolo da folha foram acondicionados dentro de um frasco de vidro (10 mL) com água e algodão. As inflorescências e as folhas foram trocados a cada três dias para garantir a presença de pólen e néctar e a qualidade da dieta. A dieta de levedo de cerveja e de mel (1:1) foi pincelada em tira de Parafilm® presa na parte superior da gaiola e foi fornecido água em um frasco de 10 mL contendo um chumaço de algodão. A dieta foi trocada duas vezes na semana. Foram feitas 12 repetições de cada tratamento para cada espécie de crisopídeo. Cada repetição foi representada por uma arena de PVC contendo um casal de crisopídeos.

Foram feitas avaliações diárias, registrando-se o período de pré-oviposição, pos-oviposição, oviposição diária, oviposição total, viabilidade dos ovos e a sobrevivência dos adultos. Para a avaliação da viabilidade foi retirada uma amostra de 20 ovos do total de cada repetição a cada três dias. Os ovos foram individualizados em Eppendorf 1,5

mL, contendo no fundo algodão levemente umedecido para favorecer a emergência de larvas, e monitorados diariamente.

O método de Kaplan-Meier (Kaplan & Meier, 1958) foi utilizado para estimar as curvas de sobrevivência e o teste de Log-Rank foi aplicado para comparar as taxas de sobrevivência e estatísticas foram computadas usando a versão 2.15.0 R (R Development Core Team, 2012). Para os dados de período de pré-oviposição, período de pos-oviposição, taxa de oviposição diária, oviposição total e viabilidade dos ovos, foi calculada a média com o erro padrão. Devido a que estes dados só foram obtidos na dieta de levedo de cerveja+mél e por tanto carecer de dados comparativos, foram relatados de forma descritiva e não mediante outro tipo de análises.

4. RESULTADOS

Sobrevivência e desenvolvimento de larvas de crisopídeos

Chrysoperla externa

A sobrevivência de *C. externa* foi influenciada pelas diferentes dietas testadas ($X^2=156$, $gl= 7$, $P<0,001$). A sobrevivência foi significativamente diferente entre a maioria das dietas, exceto entre mentrasto sem inflorescência e serralha com inflorescência, entre picão sem inflorescência e serralha sem inflorescência, entre picão com inflorescência e serralha com inflorescência e finalmente entre serralha sem inflorescência e água (Tabela 1).

O tempo de sobrevivência foi menor para as larvas de *C. externa* nas dietas de água, picão sem inflorescência e serralha sem inflorescência (Figura 1). Na dieta de mentrasto sem inflorescência o 25% das larvas sobreviveram 23 dias. Na dieta de picão com inflorescência o 25% das larvas sobreviveram 31 dias e o 15% das larvas na dieta de serralha com inflorescência sobreviveram 28 dias. A sobrevivência foi maior quando as larvas foram alimentadas com o mentrasto com inflorescência (50% das larvas sobreviveram 44 dias), quando comparada com as outras dietas à exceção da dieta de ovos de *A. kuehniella*, onde o 70% das larvas no dia 31 atingiram o estágio adulto (Tabela 1, Figura 1).

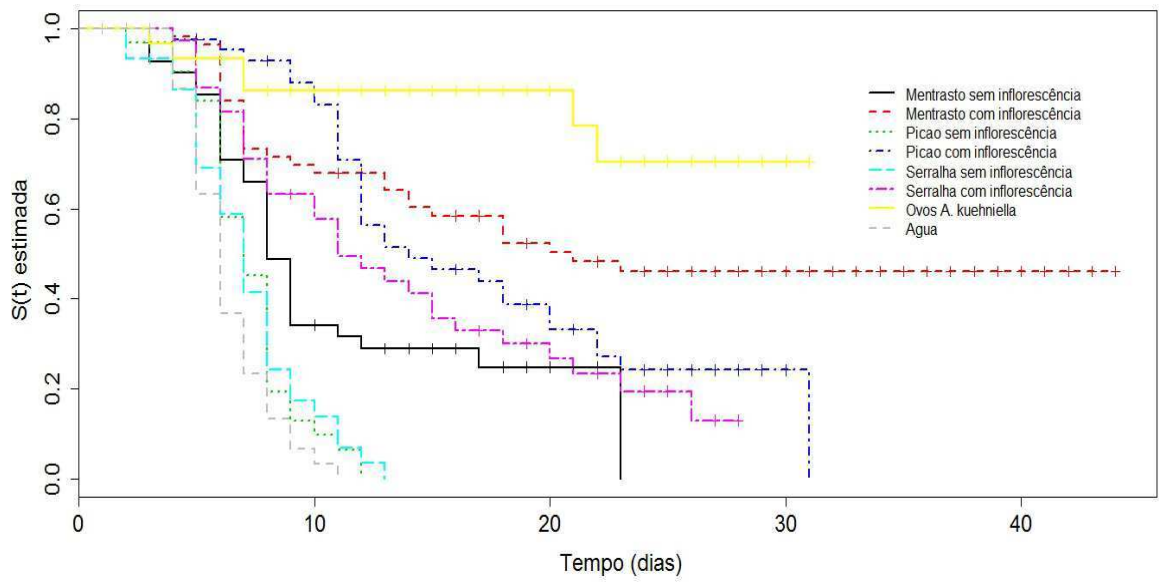


Figura 1. Sobrevivência ($S(t)$) estimada por Kaplan-Meier de larvas de *Chrysoperla externa* nas diferentes dietas (Log rank, $X^2=156$, $gl= 7$, $P<0,001$).

Tabela 1 – Comparação entre as diferentes dietas oferecidas as larvas de *Chrysoperla externa* e sua significância na sobrevivência. X^2 (teste log rank) e os valores de P.

| Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| MS ¹ /MC ² | 10,6 | <0,001 | MC/SC | 7,2 | 0,007 | PC/O | 10,9 | <0,001 |
| MS/PS ³ | 9,4 | 0,002 | MC/O | 4,6 | 0,031 | PC/A | 66,9 | <0,001 |
| MS/PC ⁴ | 8,2 | 0,004 | MC/A | 50,3 | <0,001 | SS/SC | 21,1 | <0,001 |
| MS/SS ⁵ | 9,4 | 0,002 | PS/PC | 53,9 | <0,001 | SS/O | 43,2 | <0,001 |
| MS/SC ⁶ | 1,3 | 0,250 | PS/SS | 0,97 | 0,930 | SS/A | 2,7 | 0,100 |
| MS/O ⁷ | 20,4 | 0,001 | PS/SC | 21,2 | <0,01 | SC/O | 16,5 | <0,001 |
| MS/A ⁸ | 16,7 | 0,010 | PS/O | 42,9 | <0,001 | SC/A | 30,2 | <0,001 |
| MC/OS | 39,6 | <0,001 | PS/A | 3,5 | 0,060 | O/A | 46,3 | <0,001 |
| MC/PC | 2,9 | 0,089 | PC/SS | 50,4 | <0,001 | | | |
| MC/SS | 40,1 | <0,001 | PC/SC | 2,2 | 0,136 | | | |

¹Mentrado sem inflorescência, ²Mentrado com inflorescência, ³Picão sem inflorescência, ⁴Picão com inflorescência, ⁵Serralha sem inflorescência, ⁶Serralha com inflorescência, ⁷Ovos *A. kuehniella*, ⁸Água.

A duração de cada ínstar de *C. externa* foi significativamente influenciada pelas dietas testadas ($F_{7,238}=29,10$; $P<0,001$). Ao comparar os estádios independentemente observou-se diferença significativa para o segundo estágio larval ($F_{7,238}=21,45$; $P<0,001$) e para o terceiro estágio larval ($F_{7,127}=9,03$; $P<0,001$), não houve diferença significativa para o estágio de pupa ($F_{2,26}=0,37$; $P=0,69$) (Figura 2).

Nas dietas de mentrasto, picão e serralha sem inflorescência, assim como dieta só água nenhuma das larvas empupou. Nestes tratamentos onde a transição do segundo para o terceiro ínstar foi mais demorada, da mesma forma o picão com inflorescência também não foi suficiente para as larvas de *C. externa* empuparem. A duração do segundo ínstar larval na dieta de picão com inflorescência foi menor (3,1 dias) com relação às outras dietas com e sem inflorescência e a dieta água, e foi semelhante á duração do segundo ínstar larval (2,4 dias) na dieta com ovos de *A. Kuehniella*. A duração do terceiro ínstar larval foi maior nas dietas de mentrasto e picão com inflorescência, 12,3 e 11 dias em média, respectivamente.

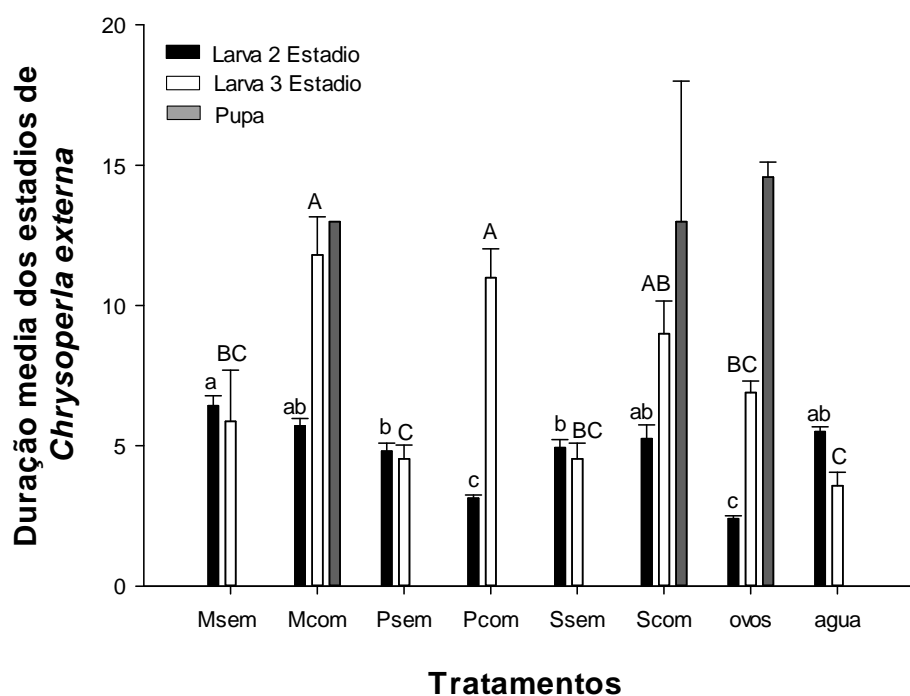


Figura 2. Duração dos estádios de *Chrysoperla externa* em cada uma das dietas oferecidas. Msem: Mentrasto sem inflorescência, Mcom: Mentrasto com inflorescência, Psem: Picão sem inflorescência, Pcom: Picão com inflorescência, Ssem: Serralha sem inflorescência, Scm: Serralha com inflorescência, ovos: Ovos de *A. kuehniella*. Letras minúsculas diferentes acima de cada barra indicam diferença significativa entre as dietas no segundo estágio larval (Tukey; $\alpha= 0,05$). Letras maiúsculas diferentes acima de cada barra indicam diferença significativa entre as dietas no terceiro estágio larval (Tukey; $\alpha= 0,05$). Barras sem letras indicam que não houve diferença significativa entre as dietas na fase de pupa.

Uma larva do terceiro ínstar na dieta de mentrasto com inflorescência e duas também do terceiro ínstar na dieta de serralha com inflorescência conseguiram empupar e emergiram os adultos, com duração média de 13 dias em ambas as dietas, sendo similar à duração média no estágio de pupa na dieta de ovos *A. Kuehniella*. Na dieta com ovos a duração média do segundo e terceiro ínstar e da fase de pupa foi de 2,4, 7 e 14 dias, respectivamente, sendo a única dieta onde todas as larvas empupou e completou seu ciclo com 80% de emergência de adultos (Figura 2).

Ceraeochrysa cubana

A sobrevivência de *C. cubana* foi afetada pelas diferentes dietas testadas ($X^2=186$, $gl= 7$, $P<0,001$). A sobrevivência foi significativamente diferente entre a maioria das dietas, exceto entre mentrasto sem inflorescência e picão com inflorescência, entre picão com inflorescência e ovos de *A. kuehniella* e finalmente entre serralha sem inflorescência e serralha com inflorescência (Tabela 2).

O tempo de sobrevivência foi menor para as larvas de *C. cubana* nas dietas de água, serralha com inflorescência e serralha sem inflorescência, seguido da dieta de picão sem inflorescência, embora na dieta mentrasto sem inflorescência as larvas só tinham folhas e água como fonte de alimento, o 50 % das larvas conseguiram sobreviver 51 dias (Figura 3).

A sobrevivência foi maior quando as larvas foram alimentadas na dietas de mentrasto (58% das larvas sobreviveram 67 dias) e picão com inflorescências (60% das larvas sobreviveram 68 dias) quando comparada com as outras dietas à exceção da dieta de ovos de *A. kuehniella*, onde o 85% das larvas no dia 31 atingiram o estágio adulto (Figura 3).

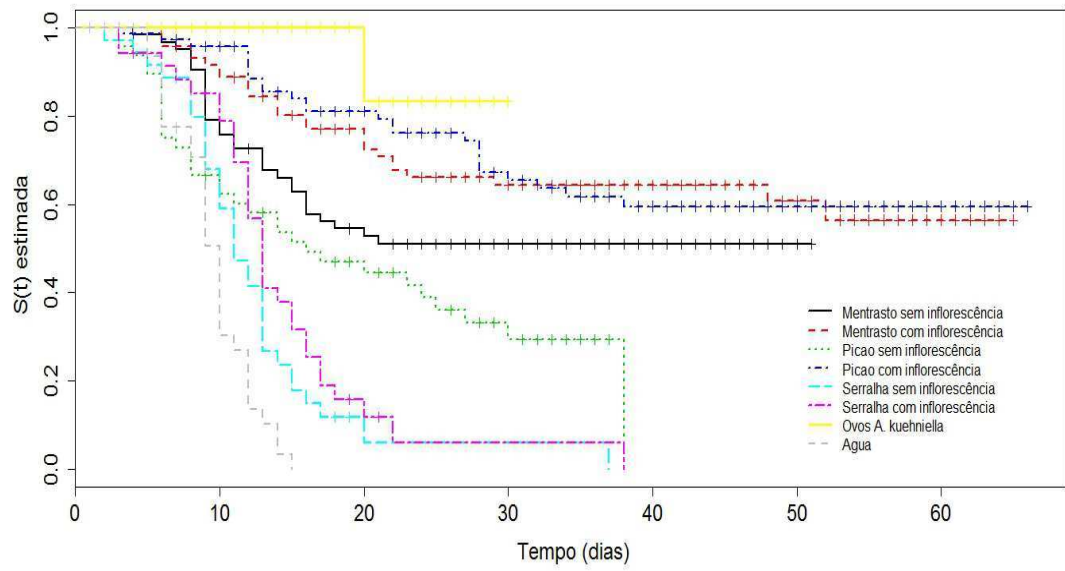


Figura 3. Sobrevivência ($S(t)$) estimada por Kaplan-Meier de larvas de *Ceraeochrysa cubana* nas diferentes dietas (Log rank, $X^2=186$, $gl=7$, $P<0,001$).

Tabela 2 – Comparação entre as diferentes dietas oferecidas as larvas de *Ceraeochrysa cubana* e sua significância na sobrevivência. X^2 (teste log rank) e os valores de P.

| Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| MC ¹ /MS ² | 3,4 | 0,066 | MS/SC | 45,1 | <0,001 | PC/O | 1,7 | 0,195 |
| MC/PS ³ | 5,3 | 0,021 | MS/O | 3,2 | 0,075 | PC/A | 95,1 | <0,001 |
| MC/PC ⁴ | 4,1 | 0,044 | MS/A | 77,9 | <0,001 | SS/ SC | 2 | 0,162 |
| MC/SS ⁵ | 24,2 | <0,001 | PS/PC | 22,6 | <0,001 | SS/ O | 38,3 | <0,001 |
| MC/SC ⁶ | 16,4 | <0,001 | PS/SS | 7,9 | <0,001 | SS/A | 7 | <0,001 |
| MC/O ⁷ | 8,5 | 0,003 | PS/SC | 4,4 | 0,036 | SC/O | 32,9 | <,0001 |
| MC/A ⁸ | 42,1 | <0,001 | PS/O | 14,5 | <0,001 | SC/A | 17,8 | <0,001 |
| MS/PS | 18 | <0,001 | PS/A | 16,5 | <0,001 | O/A | 53,8 | <0,001 |
| MS/PC | 0,2 | 0,630 | PC/SS | 68,7 | <0,001 | | | |
| MS/SS | 56,4 | <0,001 | PC/SC | 55,8 | <0,001 | | | |

¹Mentrasito com inflorescência, ²Mentrasito sem inflorescência, ³Picão sem inflorescência, ⁴Picão com inflorescência, ⁵Serralha sem inflorescência, ⁶Serralha com inflorescência, ⁷Ovos de *A. kuehniella*, ⁸Água.

A duração de cada ínstar de *C. cubana* foi significativamente afetada pelas dietas testadas ($F_{7,240}=13,72$; $P<0,001$). Ao comparar os estádios independentemente observou-se diferença significativa para o segundo estágio larval ($F_{8,239}=25,93$; $P<0,001$), para o terceiro estágio larval ($F_{7,191}=17,04$; $P<0,001$) e para o estágio de pupa ($F_{4,43}=9,58$; $P<0,001$) (Figura 4).

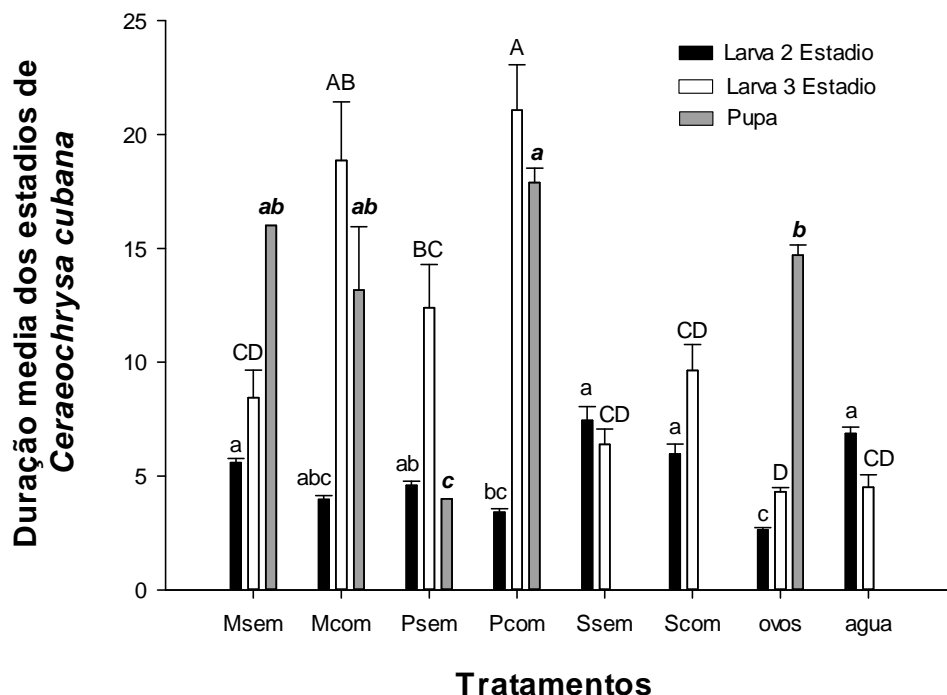


Figura 4. Duração dos estádios de *Ceraeochrysa cubana* em cada uma das dietas oferecidas. Msem: Mentrasto sem inflorescência, Mcom: Mentrasto com inflorescência, Psem: Picão sem inflorescência, Pcom: Picão com inflorescência, Ssem: Serralha sem inflorescência, Scm: Serralha com inflorescência, ovos: Ovos de *A. kuehniella*. Letras minúsculas diferentes acima de cada barra indicam diferença significativa entre as dietas no segundo estágio larval (Tukey; $\alpha=0,05$). Letras maiúsculas diferentes acima de cada barra indicam diferença significativa entre as dietas no terceiro estágio larval (Tukey; $\alpha=0,05$). Letras minúsculas em itálico diferentes acima de cada barra indicam diferença significativa entre as dietas na fase de pupa (Tukey; $\alpha=0,05$).

Nas dietas de serralha sem inflorescência, serralha com inflorescência e água nenhuma das larvas empupou. Nestas dietas e na dieta de mentrasto sem inflorescência a transição do segundo para o terceiro ínstar foi mais demorada. A duração do segundo ínstar larval na dieta de picão com inflorescência (3,4 dias) e mentrasto com inflorescência (3,9 dias) foi menor com relação às outras dietas com e sem inflorescência e a dieta água, e foi semelhante à duração do segundo ínstar larval (2,6 dias) na dieta com ovos de *A. kuehniella*. A maior duração no terceiro ínstar

correspondeu às dietas picão e mentrasto com inflorescência, registrando uma permanência de 21,1 e 19 dias, respectivamente (Figura 4).

Seis larvas na dieta de mentrasto com inflorescência, oito na dieta de picão com inflorescência e duas na dieta de mentrasto sem inflorescência empupou e emergiram os adultos, com duração média de 14, 18 e 16 dias respectivamente. Na dieta picão sem inflorescência uma larva empupou, mas não emergiu o adulto. Na dieta com ovos de *A. kuehniella* a duração média do segundo e terceiro ínstar e da fase de pupa foi de 2,6, 4,3 e 15 dias, respectivamente, sendo a única dieta onde todas as larvas empupou e completou seu ciclo com 93% de emergência de adultos (Figura 4). As larvas que empuparam nas diferentes dietas eram do terceiro ínstar larval.

Sobrevivência e fecundidade de adultos de crisopídeos

Chrysoperla externa

A dieta influenciou significativamente na sobrevivência das fêmeas ($X^2 = 189$; $df=7$; $P<0,001$) e dos machos ($X^2=208$; $df=7$; $P<0,001$) de *C. externa*. As tabelas 3 e 4 mostram as comparações entre as diferentes dietas.

Tanto as fêmeas enquanto os machos de *C. externa* não sobreviveram mais de cinco dias em nenhuma das dietas oferecidas exceto com a dieta de levedo e mel onde o 50% das fêmeas sobreviveram em média 79 dias e o 30% dos machos 80 dias (Figuras 5 e 6). Nesta dieta as fêmeas apresentaram em média período de pre-oviposição de 4,25 ($\pm 0,3$) dias, período de pos-oviposição de 14,87 (± 9) dias, taxa de oviposição diária 23,17 ($\pm 1,9$) ovos/fêmea, taxa de oviposição total 775,37 ($\pm 207,8$) ovos/fêmea e viabilidade dos ovos de $76,75 \pm 0,9\%$.

Tabela 3 – Comparação entre as diferentes dietas oferecidas as fêmeas de *Chrysoperla externa* e sua significância na sobrevivência. X^2 (teste log rank) e os valores de P.

| Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| MC ¹ /MS ² | 0,5 | 0,900 | MS/SS | 5,6 | 0,017 | PS/A | 0,6 | 0,426 |
| MC/PC ³ | 1,1 | 0,301 | MS/A | 7,3 | 0,006 | PS/D | 108 | <0,001 |
| MC/PS ⁴ | 4,8 | 0,029 | MS/D | 114 | 0,004 | SC/SS | 0,7 | 0,411 |
| MC/SC ⁵ | 13,5 | <0,001 | PC/PS | 0,1 | 0,704 | SC/A | 3,7 | 0,052 |
| MC/SS ⁶ | 5,6 | 0,017 | PC/SC | 3,3 | 0,068 | SC/D | 119 | <0,001 |
| MC/A ⁷ | 7,3 | 0,006 | PC/SS | 0,7 | 0,405 | SS/A | 0,5 | 0,466 |
| MC/D ⁸ | 114 | <0,001 | PC/A | 0,6 | 0,455 | SS/D | 108 | <0,001 |
| MS/PC | 1,1 | 0,301 | PC/D | 125 | 0,002 | A/D | 109 | <0,001 |
| MS/OS | 4,8 | 0,029 | PS/SC | 6,2 | 0,013 | | | |
| MS/SC | 13,5 | <0,001 | PS/SS | 1,4 | 0,238 | | | |

¹Mentrasito com inflorescência, ²Mentrasito sem inflorescência, ³Picão com inflorescência, ⁴Picão sem inflorescência, ⁵Serralha com inflorescência, ⁶Serralha sem inflorescência, ⁷Água, ⁸Dieta de levedo de cerveja+ mel.

Tabela 4 – Comparação entre as diferentes dietas oferecidas aos machos de *Chrysoperla externa* e sua significância na sobrevivência. X^2 (teste log rank) e os valores de P.

| Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| MC ¹ /MS ² | 0,8 | 0,358 | MS/SS | 8,4 | 0,003 | PS/A | 13,9 | <0,001 |
| MC/PC ³ | 3,7 | 0,055 | MS/A | 20 | <0,001 | PS/D | 123 | <0,001 |
| MC/PS ⁴ | 5,3 | 0,021 | MS/D | 122 | <0,001 | SC/SS | 0,1 | 0,807 |
| MC/SC ⁵ | 12,4 | <0,001 | PC/PS | 0 | 0,926 | SC/A | 11 | <0,001 |
| MC/SS ⁶ | 6,3 | 0,012 | PC/SC | 2,3 | 0,127 | SC/D | 119 | <0,001 |
| MC/A ⁷ | 18,7 | <0,001 | PC/SS | 0,9 | 0,333 | SS/A | 10,7 | 0,001 |
| MC/D ⁸ | 117 | <0,001 | PC/A | 14,3 | <0,001 | SS/D | 130 | <0,001 |
| MS/PC | 5,9 | 0,015 | PC/D | 126 | <0,001 | A/D | 0 | 0,100 |
| MS/PS | 7,8 | 0,005 | PS/SC | 2,8 | 0,096 | | | |
| MS/SC | 14,5 | <0,001 | PS/SS | 0,9 | 0,352 | | | |

¹Mentrado com inflorescência, ²Mentrado sem inflorescência, ³Picão com inflorescência, ⁴Picão sem inflorescência, ⁵Serralha com inflorescência, ⁶Serralha sem inflorescência, ⁷Água, ⁸Dieta de levedo de cerveja+mel.

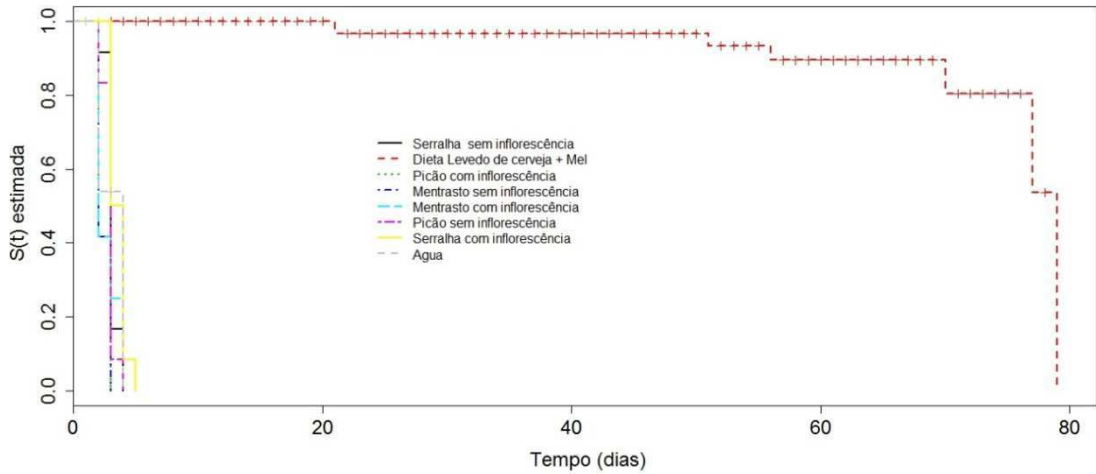


Figura 5. Sobrevivência ($S(t)$) estimada por Kaplan-Meier de fêmeas de *Chrysoperla externa* nas diferentes dietas (Log rank, $X^2=189$; $gl=7$; $P<0,001$).

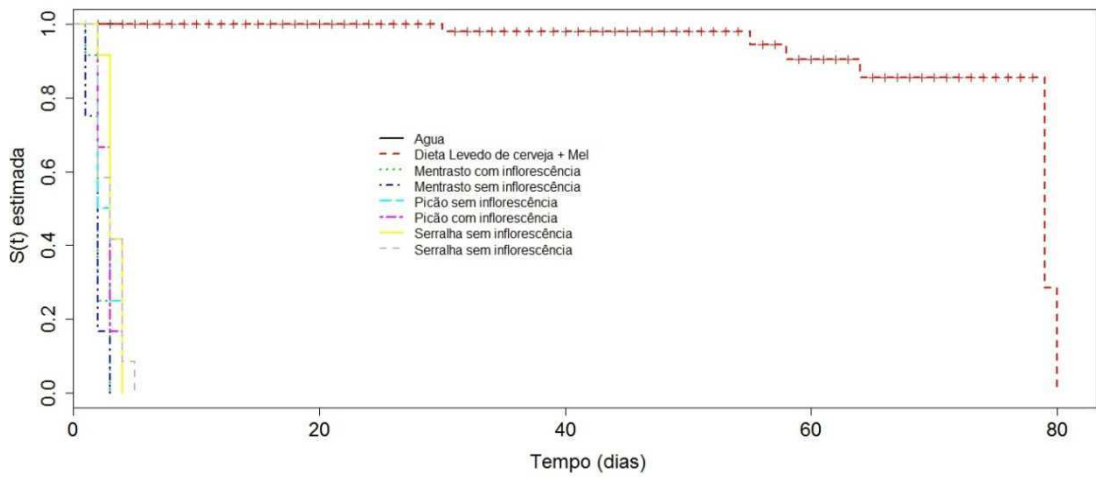


Figura 6. Sobrevivência ($S(t)$) estimada por Kaplan-Meier de machos de *Chrysoperla externa* nas diferentes dietas (Log rank, $X^2=208$; $gl=7$; $P<0,001$).

Ceraeochrysa cubana

Houve diferença significativa na sobrevivência das fêmeas ($X^2=162$, $gl=7$, $P<0,001$) e dos machos ($X^2=179$, $gl=7$, $P<0,001$) de *C. cubana* entre as dietas testadas . As tabelas 5 e 6 mostram as comparações entre as diferentes dietas.

Tanto as fêmeas enquanto os machos de *C. cubana* não sobreviveram mais de cinco dias em nenhuma das dietas oferecidas, exceto com a dieta de levedo e mel onde o 20% das fêmeas sobreviveram em média 68 dias e o 40% dos machos 71 dias (figuras 7 e 8). Nesta dieta as fêmeas apresentaram em média período de pre-oviposição de 5,375 ($\pm 0,3$) dias, período de pos-oviposição de 3,25 ($\pm 0,5$) dias, taxa de oviposição diária 22,53 ($\pm 1,7$) ovos/fêmea, taxa de oviposição total 1108,125 ($\pm 106,8$) ovos/fêmea e a viabilidade dos ovos foi de $80 \pm 1,5\%$.

Tabela 5 – Comparação entre as diferentes dietas oferecidas as fêmeas de *Ceraeochrysa cubana* e sua significância na sobrevivência. X^2 (teste log rank) e os valores de P.

| Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------|
| MC ¹ /MS ² | 0,5 | 0,460 | MS/SS | 0,5 | 0,496 | PS/A | 17,6 | <0,001 |
| MC/PC ³ | 1,1 | 0,299 | MS/A | 12,1 | <0,001 | PS/D | 95,3 | <0,001 |
| MC/PS ⁴ | 2,4 | 0,124 | MS/D | 82,5 | <0,001 | SC/SS | 2,9 | 0,088 |
| MC/SC ⁵ | 3 | 0,083 | PC/PS | 0,3 | 0,606 | SC/A | 4,8 | 0,027 |
| MC/SS ⁶ | 0 | 0,933 | PC/SC | 8,2 | 0,004 | SC/D | 93,5 | <0,001 |
| MC/A ⁷ | 9,9 | <0,001 | PC/SS | 1,4 | 0,236 | SS/A | 9,9 | 0,001 |
| MC/D ⁸ | 103 | <0,001 | PC/A | 15 | <0,001 | SS/D | 102 | <0,001 |
| MS/PC | 2,8 | 0,092 | PC/D | 99,4 | <0,001 | A/D | 0 | 0,100 |
| MS/PS | 3,5 | 0,060 | PS/SC | 11,4 | <0,001 | | | |
| MS/SC | 0,8 | 0,367 | PS/SS | 2,9 | 0,090 | | | |

¹Mentasto com inflorescência, ²Mentasto sem inflorescência, ³Picão com inflorescência, ⁴Picão sem inflorescência, ⁵Serralha com inflorescência, ⁶Serralhas sem inflorescência, ⁷Água, ⁸Dieta de levedo de cerveja+mel.

Tabela 6 – Comparação entre as diferentes dietas oferecidas aos machos de *Ceraeochrysa cubana* e sua significância na sobrevivência. X^2 (teste log rank) e os valores de P.

| Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P | Comparação entre as dietas | Valor X^2 | Valor P |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| MC ¹ /MS ² | 0,4 | 0,505 | MS/SS | 7,4 | 0,006 | PS/A | 2,4 | 0,122 |
| MC/PC ³ | 0,2 | 0,629 | MS/A | 4,1 | 0,042 | PS/D | 116 | <0,001 |
| MC/PS ⁴ | 0 | 0,831 | MS/D | 115 | <0,001 | SC/SS | 12,1 | <0,001 |
| MC/SC ⁵ | 18 | <0,001 | PC/PS | 0,5 | 0,485 | SC/A | 12,3 | <0,001 |
| MC/SS ⁶ | 4 | 0,045 | PC/SC | 17,3 | <0,001 | SC/D | 87,3 | <0,001 |
| MC/A ⁷ | 1,9 | 0,171 | PC/SS | 2,6 | 0,105 | SS/A | 0,3 | 0,614 |
| MC/D ⁸ | 115 | <0,001 | PC/A | 1 | 0,328 | SS/D | 101 | <0,001 |
| MS/PC | 1,4 | 0,237 | PC/D | 109 | <0,001 | A/D | 109 | <0,001 |
| MS/PS | 0,2 | 0,661 | PS/SC | 18,4 | <0,001 | | | |
| MS/SC | 21,6 | <0,001 | PS/SS | 4,8 | 0,029 | | | |

¹Mentrasto com inflorescência, ²Mentrasto sem inflorescência, ³Picão com inflorescência, ⁴Picão sem inflorescência, ⁵Serralha com inflorescência, ⁶Serralhas sem inflorescência, ⁷Água, ⁸Dieta de levedo de cerveja+mel.

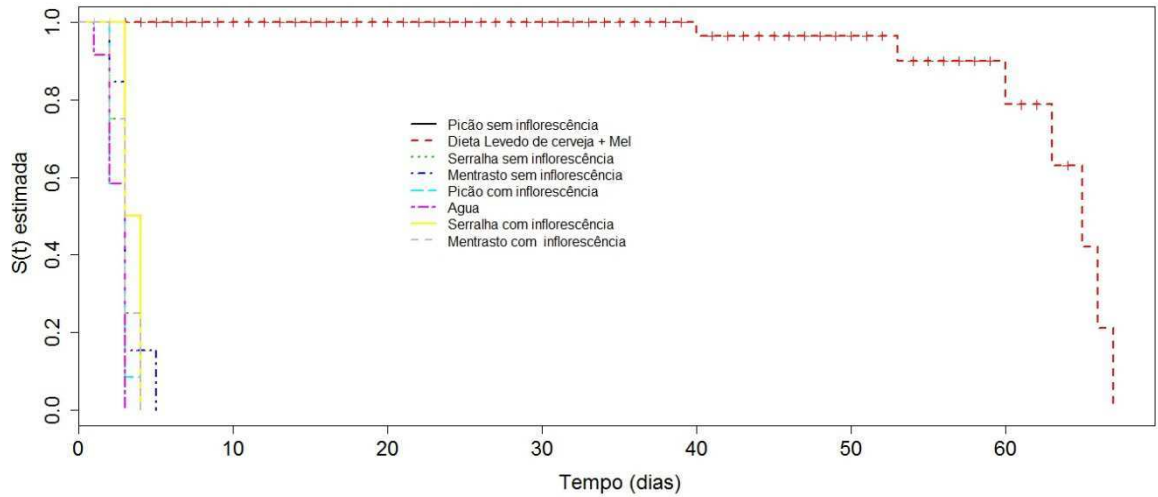


Figura 7. Sobrevivência ($S(t)$) estimada por Kaplan-Meier de fêmeas de *Ceraeochrysa cubana* nas diferentes dietas (Log rank, $X^2=162$, $gl=7$, $P<0,001$).

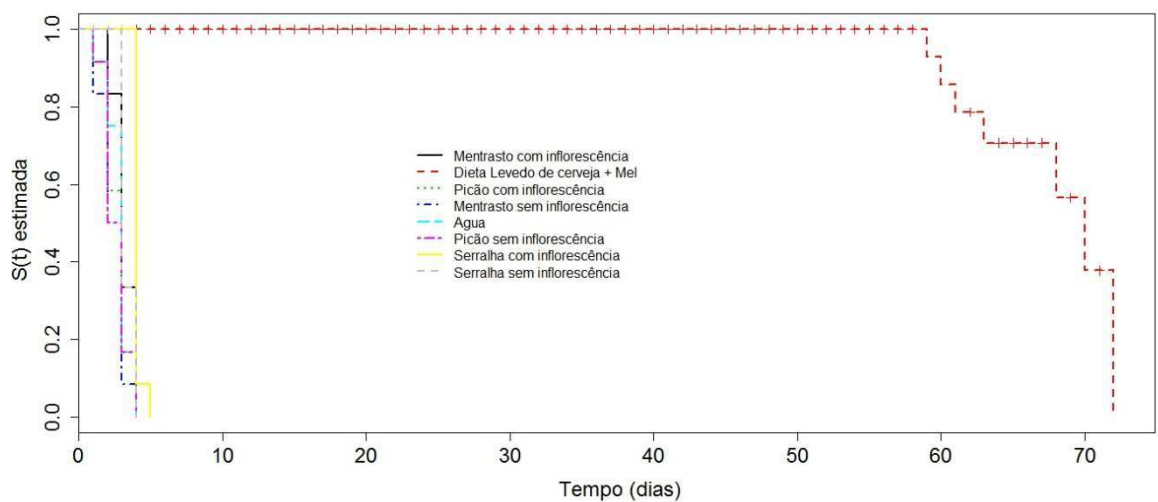


Figura 8. Sobrevivência ($S(t)$) estimada por Kaplan-Meier de machos de *Ceraeochrysa cubana* nas diferentes dietas ($X^2=179$, $gl=7$, $P<0,001$).

5. DISCUSSÃO

Os recursos florais como fonte de alimento para larvas de *C. externa* e *C. cubana* forneceram nutrientes suficientes para sua sobrevivência e permitiram a mudança de instares. As inflorescências de *A. conyzoides* foram as mais favoráveis para a sobrevivência das larvas de *C. externa*, e as inflorescências de *A. conyzoides* e *B. pilosa* para as larvas de *C. cubana*. Em diferentes trabalhos se têm estudado os recursos florais principalmente como alimento para os adultos de crisopídeos, no entanto existem estudos sobre o comportamento de forrageamento de larvas, demonstrado que recursos florais são utilizados na dieta de larvas de estes predadores. Limburg & Rosenheim (2001) encontraram larvas de *Chrysoperla plorabunda* (Fitch.) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentando-se de recursos florais em algodão, e aumento no consumo quando a disponibilidade local de presas diminui. Patt et al. (2003) mostraram que a adição de pólen e néctar a dietas de baixa qualidade para larvas de *Chrysoperla carnea* Stephens diminuiu o tempo de desenvolvimento e gerou adultos maiores. Oliveira et al. (2010) verificaram que o uso exclusivo de pólen de capim-elefante como alimento para larvas de *C. externa* permite o completo desenvolvimento dos estágios imaturos do predador.

O presente trabalho evidencia que os recursos fornecidos pelas inflorescências de *A. conyzoides*, *B. pilosa* e *S. oleraceus* permitiram a troca de instares larvais de *C. externa* e *C. cubana*, provavelmente devido ao fornecimento de recursos em quantidade satisfatória, tendo em vista que a mudança de instares larvais está relacionada com o volume corporal do inseto (Klowden, 2007). Embora estas plantas espontâneas tenham permitido a mudança de instares poucas larvas completaram seu desenvolvimento. Isso sugere que os recursos fornecidos por estas inflorescências garantem volume alimentar necessário para as mudanças de instares, mas apresentam qualidade nutricional insuficiente para o desenvolvimento da pupa, tendo em conta que a fase pupal demanda muitos nutrientes (Aguila et al., 2013). A baixa taxa de formação de pupa indica que uma dieta a base de recursos florais pode ser utilizada como um alimento complementar, em vez de um alimento principal (Oliveira et al., 2010).

Ageratum conyzoides com e sem inflorescência favoreceu o desenvolvimento ea sobrevivência das larvas de crisopídeos, provavelmente porque esta planta disponibiliza recursos em qualidade nutricional superior em relação às demais inflorescências testadas (Amaral et al., 2013). De qualquer forma, o fato de que as larvas de *C. externa* e *C. cubana* se alimentam dos recursos oferecidos pelas inflorescências das plantas

testadas é vantajoso, principalmente para sua sobrevivência em épocas de escassez de alimentos.

Bidens pilosa e *S. oleraceus* além de serem plantas espontâneas de ocorrência natural no cultivo de pimenta tem associação com a presença de pulgão (dados obtidos no capítulo 1), presa ideal dos crisopídeos. Tendo em conta que as larvas de *C. externa* e *C. cubana* sobreviveram alimentadas apenas das inflorescências destas plantas e inclusive conseguiram se desenvolver, a manutenção destas espécies de plantas espontâneas nas áreas de cultivo pode favorecer a presença e permanência do inimigo natural por fornecer tanto presas ideais (pulgão), assim como recursos alimentares não-presa (pólen e néctar).

Os adultos de *C. externa* e de *C. cubana* não conseguiram sobreviver nos tratamentos com as plantas espontâneas aqui testadas, mas sim na dieta de levedo de cerveja+ mel além de ovipositar e estes ovos serem viáveis, o que sugere que a mortalidade dos adultos foi devido a problemas do aporte nutricional das inflorescências das plantas espontâneas oferecidas e/ou pela capacidade de cada espécie para usar eficientemente determinado tipo de alimento. Boregas et al. (2003) e Venzon et al. (2006) mencionaram que diferentes respostas na biologia dos neurópteros podem ser devido às diferenças na composição dos pólenes a qual varia segundo a espécie de planta, afetando sua fisiologia. A dieta constituída por lêvedo de cerveja + mel (1:1) é amplamente utilizada em criações de crisopídeos em laboratório e diversos estudos já relataram sua importância nutricional para o desenvolvimento da fase adulta destes neurópteros (Barbosa et al., 2002).

Oliveira et al. (2009) verificaram que o pólen de capim-elefante e braquiária, apresentaram efeitos positivos sobre a biologia da fase adulta de *C. externa*, quando adicionado mel como fonte de carboidrato. Pólen e néctar podem servir como adequado recurso de nutrientes, contribuindo para a energia de vôo, maturação sexual e produção de ovos (Michaud & Grant, 2005; Lundgren, 2009a; Lundgren & Seagraves, 2011; Seagraves et al., 2011). Assim, diferenças na digestibilidade e assimilação dos nutrientes de diferentes espécies de pólen podem ter influência sobre a longevidade e fecundidade do predador.

É de interesse ter em conta que as condições do experimento aqui testado tiveram restrição na quantidade de inflorescências, caso contrário às condições naturais nos agroecossistema, onde os predadores tem a liberdade de explorar diferentes espécies de plantas (com aporte nutricional de diferente qualidade) e podem alimentar-se da

quantidade necessária para atender a demanda nutricional indispensável para o desenvolvimento ótimo, sem alterações nos parâmetros biológicos.

A manutenção de plantas espontâneas como *A. conyzoides*, *B. pilosa* e *S. oleraeus* no campo de cultivo pode favorecer a presença, permanência e aumento da eficiência de crisopídeos. Estas plantas oferecem recursos alimentares como o pólen e néctar para sobrevivência e desenvolvimento dos predadores quando as presas ideais são escassas ou difíceis de localizar nos cultivos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrofit. 2014. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit> > Acessado em fevereiro de 2014.
- Aguila, J.R., Hoshizaki, D.K., Gibbs, A.G. 2013. Contribution of larval nutrition to adult reproduction in *Drosophila melanogaster*. **The Journal of Experimental Biology** 216, 399-406.
- Amaral, D.S.S., Venzon, M., Duarte, M.V.A., Sousa, F.F., Pallini, A., Harwood, J.D. 2013. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control** 64, 338-346.
- Boregas, K.G.B., Carvalho, C.F., Souza, B. 2003. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência Agrotecnica** 27, 7-16.
- Barbosa, L.R., Freitas, S., Auad A.M. 2002. Biological aspects of the immature stages of *Ceraeochrysa everes* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae). **Scientia Agricola** 59, 581-583.
- Bortoli, S.A., Caetano A.C., Murata, A.T., Oliveira, J.E.M. 2006. Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista de Biologia e Ciência da Terra** 6, 145–152.
- Carvalho, C.F., Souza, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. 2000. In: **CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS. produção massal e controle de qualidade, 2000**, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, p. 91-109.
- Coll, M., Guershon, M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: Mixing plant and prey diets. **Annual Review of Entomology** 47, 267–297.
- Eubanks, M.D., Styrsky, J.D. 2005. Effects of plant feeding on the performance of omnivorous ‘predators’. pp. 148–177 in Waçckers, F.L., van Rijn, P.C.J. & Bruin, J. (Eds) **Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications**. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Grover, C.D., Kay, A.D., Monson, J.A., Marsh, T.C., Holway, D.A. 2007. Linking nutrition and behavioural dominance: carbohydrate scarcity limits aggression and activity in Argentine ants. **Proceedings of the Royal Society B** 274, 2951–2957.
- Kaplan, E.L., Meier, P., 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. **Journal of the American Statistical Association** 53, 457–481.
- Klowden, M.J. *Physiological Systems in Insects*. University of Idaho, Moscow Idaho: Elsevier, 2007. 688p.

- Lavandero, B., Wratten, S., Shishehbor, P., Worner, S. 2005. Enhancing the effectiveness of the parasitoid *Diadegma semiclausum* (Helen): movement after use of nectar in the field. **Biological Control** 34, 152–158.
- Limburg, D.D., Rosenheim, J.A. 2001. Extrafloral nectar consumption and its influence on survival and development of an omnivorous predator, larval *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera: Chrysopidae). **Environmental Entomology** 30, 595–604.
- Lira, R. S., Batista J.L. 2006. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 6, 20-35.
- Lundgren, J.G. 2009a. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control** 51, 294–305.
- Lundgren JG. 2009b. **Relationships of natural enemies and non-prey foods**. Dordrecht, The Netherlands: Springer International.
- Lundgren, J.G., Seagraves, M.P., 2011. Physiological benefits of nectar feeding by a predatory beetle. **Biological Journal of the Linnean Society** 104, 661–669.
- Michaud, J., Grant, A., 2005. Suitability of pollen sources for the development and reproduction of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) under simulated drought conditions. **Biological Control** 32, 363–370.
- Ohara, R., Pinto, C.M.F., 2012. Mercado de pimentas processadas. **Informe Agropecuário** 33, 7–13.
- Oliveira, S.A., Auad, A.M., Souza, B., Carvalho, C.A., Souza, L.S., Amaral, R.L., Silva D.M. 2009. Benefícios do mel e pólen de forrageiras nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico** 76, 583-588.
- Oliveira, S.A., Souza, B., Machado, A.A., Carvalho, C. A. 2010. Can larval lacewings *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) be reared on pollen?. **Revista Brasileira de Entomologia** 54, 697–700.
- Patt, J.M., S.C. Wainright, G.C., Hamilton, D., Whittinghill, K., Bosley, J., Dietrick., Lashomb, J.H. 2003. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar by a predaceous larva and its effects on growth and development. **Ecological Entomology** 28, 717-728.
- Patt, J.M., Pfannenstiel, R.S., Meikle, W.G., Adamczyk, J.J. 2012. Supplemental diets containing yeast, sucrose, and soy powder enhance the survivorship, growth, and development of prey-limited cursorial spiders. **Biological Control** 63, 237-245.

- Rufino J.L.S., Penteadó, D.C.S. 2006. Importância econômica, perspectiva e potencialidades do Mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**. 27: 7-15.
- Robinson, K.A., Jonsson, M., Wratten, S.D., Wade, M.R., Buckley, H.L. 2008. Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. **Basic and Applied Ecology** 9, 172–181.
- Roulston, T.H., Cane, J.H., Buchmann, S.L. 2000. What governs protein content of pollen: Pollinator preference, pollen pistil interactions, or phylogeny? **Ecological Monographs** 70, 617-644.
- Seagraves, M., Kajita, Y., Weber, D., Obrycki, J., Lundgren, J., 2011. Sugar feeding by coccinellids under field conditions: the effects of sugar sprays in soybean. **BioControl** 56, 305–314.
- Soffiantini, L. R., Luna, B. J. 2006. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 6, 20-35.
- Taylor, R.M., Bradley, R.A. 2009. Plant nectar increases survival, molting, and foraging in two foliage wandering spiders. **Journal of Arachnology** 37, 232–237.
- Taylor, R.M., Pfannenstiel, R.S. 2009. How dietary plant nectar affects the survival, growth, and fecundity of a cursorial spider *Cheiracanthium inclusum* (Araneae: Miturgidae). **Environmental Entomology** 38, 1379–1386.
- Venzon, M., Rosado, M.C., Euzébio, D.E., Souza, B., Schoereder, J.H. 2006. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology** 35, 371-376.
- Venzon, M.; Amaral, D.S.S.; Perez, A.L.; Rodrigues-Cruz, F.A.; Togni, P.H.B.; Oliveira, R.M. 2011. **Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura de pimenta**. Epamig, Belo Horizonte: MG, 140 p.

CONCLUSÕES GERAIS

- A manutenção da vegetação espontânea dentro e/ou ao redor dos cultivos de pimenta-malagueta favorece a abundância e permanência de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae);
- Os principais gêneros de crisopídeos encontrados nos plantios de pimenta-malagueta foram *Chrysoperla*, *Ceraeochrysa* e *Chrysopodes*;
- No plantio de pimenta-malagueta, os crisopídeos adultos foram mais comumente observados visitando as plantas espontâneas *Pennisetum* sp., *Solanum americanum*, *Bidens pilosa* e *Marsyphiantes chamaedrys*;
- As plantas espontâneas utilizadas pelos crisopídeos para ovipositar não necessariamente são as mesmas utilizadas como fonte de recurso alimentar nem aquelas encontradas com maior ocorrência nos ambientes naturais;
- A conservação da vegetação espontânea no cultivo de pimenta-malagueta constitui um sistema mais complexo que reduz a predação de ovos de *Chrysoperla externa*;
- Os recursos oferecidos por *Ageratum conyzoides* e *B. pilosa* fornecem nutrientes suficientes para a sobrevivência e troca de instares larvais de *C. externa* e *Ceraeochrysa cubana*;
- Os recursos florais fornecidos pelas plantas espontâneas *Ageratum conyzoides*, *B. pilosa* e *Sonchus oleraceus* não foram utilizados por adultos de *C. externa* e *C. cubana*.