

MARIA DA CONSOLAÇÃO ROSADO

**PLANTAS FAVORÁVEIS A AGENTES DE CONTROLE
BIOLÓGICO**

**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
2007**

MARIA DA CONSOLAÇÃO ROSADO

**PLANTAS FAVORÁVEIS A AGENTES DE CONTROLE
BIOLÓGICO**

**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: 31 de julho de 2007.

**Pesq. Madelaine Venzon
(Co-Orientadora)**

**Prof. Rodrigo Ferreira Krüger
(Co-Orientador)**

Prof. Evaldo Ferreira Vilela

Pesq. Antônio de Pádua Alvarenga

**Prof. Angelo Pallini Filho
(Orientador)**

À **Deus** que ao longo dessa jornada, muitos foram os desafios: tribulações, tristezas e sofrimentos, entretanto deu-me forças para suportar a todos

Ao meu esposo **SIDNEY** pelo amor, carinho, dedicação e paciência em todos os momentos.

Aos meus pais, **José Lourenço e Maria Tereza (in memória)**. Em especial à minha mãe que não conseguiu estar presente em mais esta conquista.

Aos meus irmãos, sobrinhos, cunhadas (os) que torceram por mim nessa nova conquista.

Aos amigos **ELIANA E HAMILTON** que estiveram presentes em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade de realizar o curso.

Ao CNPq pelo consentimento da bolsa de estudo para que esse trabalho pudesse ser realizado.

À EPAMIG, pela oportunidade de desenvolver meus experimentos e pela amizade de funcionários e de pesquisadores.

Ao professor Angelo Pallini e à Dr^a. Madelaine Venzon pela orientação, confiança, paciência, amizade e apoio.

Ao professor Rodrigo Ferreira Krüger, aos pesquisadores Marcos Antônio Matiello Fadini, Antônio de Pádua Alvarenga e a Hamilton Oliveira pelas importantes contribuições.

À Dona Paula e Mirian, secretárias da Pós-graduação em Entomologia, pela competência, amizade e disposição para ajudar.

Aos colegas de laboratório Lívio, Cristina, Ítalo, Vanessa Silveira, pela ajuda nas avaliações dos experimentos e pela agradável convivência.

Enfim, a todos que direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Maria da Consolação Rosado, filha de José Lourenço Lopes Rosado e Maria Tereza da Silva Rosado, nasceu em Viçosa - MG, no dia 21 de junho de 1971.

Em 1995, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (MG), concluindo-o em agosto de 2001.

Em 2003 iniciou estágio na EPAMIG sobre a orientação da Dr^a. Madelaine Venzon. No mesmo ano, iniciou como bolsista de DTI do CNPq sobre a orientação do Professor Angelo Pallini.

Em agosto de 2005, iniciou o curso de mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa sobre a orientação do professor Angelo Pallini. Submeteu-se à defesa de tese em 31 de julho de 2007.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
Introdução Geral.....	1
Literatura citada.....	5
Capítulo I. Fontes de néctar para o predador <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae).....	
Resumo.....	7
Introdução.....	8
Resultados.....	13
Discussão.....	13
Literatura Citada	16
Figuras.....	20
Capítulo II. Sucesso reprodutivo do predador <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen) alimentado com pólen e néctar de plantas utilizadas como adubação verde.....	
Resumo.....	26
Introdução.....	27
Resultados.....	31
Discussão.....	31
Literatura Citada.....	33
Figuras.....	36
Capítulo III. Viabilidade do trigo mourisco (<i>Fagopyrum esculetum</i>) para uso no controle biológico do bicho-mineiro do cafeeiro (<i>Leucoptera coffeella</i>).....	
Resumo.....	38
Introdução.....	39
Resultados.....	43
Discussão.....	43
Literatura Citada.....	45
Figuras.....	48
Conclusões Gerais.....	51

RESUMO

ROSADO, Maria da Consolação, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007. **Plantas favoráveis a agentes de controle biológico.** Orientador: Angelo Pallini Filho. Co-Orientadores: Madelaine Venzon, Rodrigo Ferreira Krüger, José Henrique Shoereder e Marcos Antônio Matiello Fadini

O manejo sustentável de pragas é um dos desafios da agricultura moderna. Uma possibilidade para reduzir ataque de pragas sobre os cultivos é aumentar o número e a eficiência de inimigos naturais através da diversificação de área de plantio com plantas que forneçam fontes alternativas de alimentos para predadores e parasitóides. O objetivo desta tese é estudar a viabilidade de alimento produzido por plantas para inimigos naturais. No capítulo I, a viabilidade do néctar produzido pelo trigo mourisco e pela mamona, plantas com potencial de uso na diversificação de agroecossistemas, foi avaliado como fonte de alimento para o predador generalista *Chrysoperla externa*. A sobrevivência de larvas e adultos de *C. externa* foi maior quando se alimentaram de néctar floral de trigo mourisco e do néctar extrafloral da mamona do que quando esses predadores não tiveram acesso a esses néctares. No capítulo II, foi avaliada a adição conjunta de fonte de carboidrato (néctar de trigo mourisco) com alimento proteico (pólen de crotalária) para a sobrevivência e reprodução de *C. externa*. A adição de pólen de crotalária ao néctar de trigo mourisco aumentou a sobrevivência de *C. externa*. O sucesso reprodutivo de *C. externa* foi semelhante quando fêmeas adultas se alimentaram somente de pólen de crotalária e quando néctar de trigo mourisco foi adicionado na dieta com pólen. Tendo encontrado que o néctar do trigo mourisco é viável para o predador generalista, continuou-se a investigar o uso dessa fonte de alimento para outros artrópodos presentes no agroecossistema cafeeiro. Desse modo, no capítulo III foi avaliado o uso do néctar do trigo mourisco pelo bicho mineiro *Leucoptera coffeella*, uma importante praga do sistema cafeeiro e por um de seus parasitóide, *Mirax sp.*. A sobrevivência de ambos, praga e parasitóide, foi aumentada na presença do néctar do trigo mourisco. Porém, se alimentando do néctar do trigo mourisco, o bicho mineiro teve o seu sucesso reprodutivo diminuído. Juntos, os resultados dessa tese mostraram o potencial do trigo mourisco, da mamona e da crotalária para o uso no controle biológico conservativo, especialmente no sistema cafeeiro.

ABSTRACT

ROSADO, Maria da Consolação, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2007.

Plants favorable to biological control agents. Adviser: Angelo Pallini Filho.

Co-Advisers: Madelaine Venzon, Rodrigo Ferreira Krüger, José Henrique Shoereder and Marcos Antônio Matiello Fadini

The sustainable management of pests is one of the challenges of modern agriculture. One possibility to reduce pest attack on crops is to enhance the abundance and to increase the effectiveness of natural enemies via diversification of crop area with plants that provide extra food source for predators and parasitoids. The objective of this thesis is to study the suitability of food produced by plants to natural enemies. In Chapter I, the suitability of nectar produced by buckwheat and by castor bean, plants with potential use in agroecosystem diversification, was evaluated as food source for the generalist predator *Chrysoperla externa*. The survival of larvae and adults of *C. externa* was higher when they fed on buckwheat floral nectar and on castor bean extrafloral nectar, than when they had no access to these nectars. In Chapter II, a combination of a carbohydrate (buckwheat nectar) and a protein food (sunn hemp pollen) was evaluated for survival and reproduction of *C. externa*. The addition of sunn hemp pollen to buckwheat nectar diet increased *C. externa* survival. The reproductive success of *C. externa* was similar when adult females fed only sunn hemp pollen and when buckwheat nectar was added to the pollen diet. Having found that buckwheat nectar is suitable for a generalist predator, I continue investigating its use by other members of the arthropod food web presence in coffee agroecosystems. Thus, in Chapter III, the use of buckwheat nectar by an important coffee pest, the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* and by its parasitoid *Mirax* sp. was evaluated. Survival of both, pest and parasitoid, was increased in the presence of buckwheat nectar. However, feeding on buckwheat nectar decreased its reproductive success. Together, these results show the potential of buckwheat, castor bean and sunn hemp for use in biological conservation control, especially in coffee agroecosystems.

Introdução Geral

Um dos grandes desafios da agricultura é manejar adequadamente o surto populacional de herbívoros que ocorrem nos sistemas agrícolas. Um método de manejo de populações de herbívoros que poderia ser utilizado é o controle biológico conservativo que consiste na manipulação do ambiente para aumentar a sobrevivência, a fecundidade, a longevidade e a eficiência dos inimigos naturais já existentes nos sistemas (Landis, 2000, Altieri, 1994, Barbosa, 1998). Uma das estratégias utilizadas seria a diversificação da vegetação na área cultivada que pode favorecer os inimigos naturais, devido à disponibilidade e à abundância de alimentos alternativos, como néctar, pólen e honey-dew, ao fornecimento de área de refúgio e de microclimas para condições adversas, e a disponibilidade de presas alternativas em época diversas (Landis, et al., 2000, Gurr et al., 2003).

É importante destacar que nos sistemas agrícolas, somente a manipulação da diversidade não significa, necessariamente, uma diminuição de herbívoros. Em alguns casos, esses herbívoros podem beneficiar-se dos recursos fornecidos pelas plantas utilizadas na diversificação (van Rijn et al., 2002, Baggen et al., 1999, Wackers et al., 2007). É necessário, portanto, a diversificação estratégica da vegetação para que ocorra o incremento de inimigos naturais associados à redução da população de herbívoros.

A diversificação é importante para diminuir a incidência de pragas que é comum na agricultura. Em alguns sistemas convencionais de produções, vêm sendo empregado o manejo integrado de pragas (MIP), que utiliza vários métodos de controle após um estudo prévio dos agroecossistemas (Kogan 1998). Esse método associa várias técnicas naturais de controle associado ao uso de produtos químicos quando o nível de controle é alcançado (Altieri 2002). A utilização do MIP na agricultura orgânica torna-se inviável porque o uso de pesticidas convencionais não é permitido. Esta barreira gera a necessidade de

conhecimento mais refinado sobre a interação entre os inimigos naturais e pragas, para a realização de controle adequado.

Na impossibilidade de utilização do MIP, surge a necessidade de se aplicar o manejo ecológico de pragas (MEP), que procura integrar os produtos dos estudos ecológicos, com as necessidades dos processos produtivos da agricultura (Barbosa, 1998). Neste caso, a alta produtividade é obtida através da utilização racional do ambiente. O MEP tem como estratégia principal, aumentar a biodiversidade funcional como forma de manejar o ambiente, para alcançar o equilíbrio do agroecossistema. Ao longo deste processo, o MEP busca estratégias de controle biológico conservativo que promovam diretamente a diminuição da incidência dos herbívoros e, indiretamente, através da conservação e do aumento no número de inimigos naturais (Barbosa, 1998).

A manipulação da diversidade nos agroecossistemas influencia direta e indiretamente a redução populacional dos herbívoros (Barbosa, 1998; Altieri, 1999, Landis et al., 2000, Venzon et al., 2001). O efeito da diversidade de plantas no controle de herbívoros pode ser explicado por duas hipóteses. A primeira está relacionada à concentração de recursos, onde os herbívoros têm maior dificuldade em localizar sua planta hospedeira em sistemas complexos. A diversidade de estímulos olfativos e visuais, associados às diferentes espécies de plantas, pode mascarar os sinais específicos utilizados pelos insetos para localizar a sua planta hospedeira nos sistemas diversificados (Root, 1973, Andow, 1991). A segunda hipótese está relacionada à presença dos inimigos naturais generalistas e especialistas, que tende a ser maior em policultivos devido a maior disponibilidade de fontes de alimentos como pólen, néctar, honey-dew e de áreas de refúgio (Andow, 1991, Altieri, 1994, Barbosa, 1998, Landis et al., 2000).

A manipulação da diversidade pode ocorrer tanto na área cultivada quanto em toda a propriedade, incluindo habitat não agrícola, como cercas vivas, fragmentos florestais e faixas de plantas silvestres, manejo de plantas invasoras, consórcio de culturas, plantio de

forrageiras e de leguminosas (Shanker & Solanki 2000, Altieri 2002, Wilby & Thomas 2002, Pfiffner & Wyss 2004)

A diversificação da vegetação tem sido constantemente estudada com objetivo de minimizar a incidência de pragas, que é um dos grandes problemas enfrentados por produtores orgânicos, principalmente no sistema cafeeiro. O bicho-mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guér-Mènev) (Lepidoptera: Lyonetiidae), é a principal praga dessa cultura e pode causar prejuízos de até 42% na produção. (Reis & Souza, 1996). Na cultura do café, a diversificação da vegetação pode favorecer os inimigos naturais, como predadores e parasitóides, que atuam contra as principais pragas (Reis et al., 2002). Estes inimigos naturais podem utilizar fontes de alimentos alternativos como pólen e néctar de plantas utilizadas na diversificação (Landis et al. 2000, Gurr et al. 2003).

Na escolha das plantas a serem utilizadas na diversificação, alguns fatores devem ser considerados para que haja diminuição na incidência de herbívoros. Essas plantas associadas devem apresentar as seguintes características (Venzon et al., 2005, Baggen et al., 1999): a) sobrevivência no ambiente selecionado com manutenção mínima para diminuir os custos de produção e fácil trato agrônomico; b) habilidade de competir com plantas invasoras; c) florescimento em época diferente da cultura alvo, para evitar migração dos polinizadores; d) fornecer recursos aos inimigos naturais sem beneficiar os herbívoros; e) não ser hospedeira dos mesmos herbívoros que atacam a cultura alvo, pois isso aumentaria a população desses insetos fitófagos em campo.

O objetivo dessa tese foi a seleção de plantas que melhor se adequem aos sistemas orgânicos e que forneçam recursos alternativos para a sobrevivência, reprodução e permanência dos inimigos naturais nos agroecossistemas, visando ao controle biológico conservativo dos herbívoros pragas presentes. No capítulo I, foram selecionadas plantas que produzem néctar que aumente a sobrevivência de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), predador generalista encontrado em vários agroecossistemas,

incluindo o cafeeiro. No capítulo II, foi avaliado se o néctar da planta selecionada adicionada aos pólenes de leguminosas já utilizadas como plantas de adubação verde é eficiente para o aumento da sobrevivência e reprodução de *C. externa*. Essa premissa foi testada, porque estudos realizados anteriormente (Venzon et al., 2006) demonstraram que o potencial reprodutivo de *C. externa* é maior quando uma fonte de carboidrato é adicionada à dieta de pólen. No capítulo III, foi verificado se o néctar produzido pelo trigo mourisco aumenta a sobrevivência do parasitóide *Mirax* sp. (Hymenoptera: Braconidae), principal agente de controle biológico de *L. coffeella*, e se esse herbívoro não é favorecido quando é fornecida essa fonte de alimento.

Literatura citada

- Altieri, M.A. 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press. New York. 185p
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 19-31.
- Altieri, M.A. 2002. Agroecologia: Bases científicas para a agricultura sustentável. Agropecuária. Guaíba. 592p.
- Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, 36:561-586.
- Baggen, L.R., Gurr, G.M., Meats, A. 1999. Flowers in tri-trophic systems: Mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 91: 155-161.
- Barbosa, P. 1998. Conservation biological control. Academic Press, San Diego, 396p.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Biological Applied Ecology*, 4: 107-116.
- Kogan, 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43: 243-270.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Annual Reviews Entomology*, 45: 175-201.
- Pfiffner, L., Wyss, E. 2004. Use of wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pest. In Gurr, G.M., Wratten, S.D., Altieri, M. (eds.). *Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods*. CSIRO Publishing. 256p.
- Reis, P.R., Souza, J.C. 1996. Manejo integrado do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), e seu reflexo na produção de café. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 25: 77-82.

- Reis, P.R., Souza, J.C., Venzon, M. 2002. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. Informe Agropecuário, 23: 83-99.
- Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecology Monographs, 43: 95-114.
- Shanker, C., Solanki, K.R. 2000. Agroflorest: an ecofriendly land-use system for insect management. Outlook on Agriculture, 29: 91-96.
- van Rijn, P.C.J., van Houten, Y.M., Sabelis, M.W. 2002 How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. Ecology, 83: 2664-2679.
- Venzon, M., Pallini, A., Amaral, D.S.S.L. 2001. Estratégias para o manejo ecológico de pragas. Informe Agropecuário, 22: 19-28.
- Venzon, M., Rosado, M.C., Euzébio, D.E.; Pallini, A. 2005. Controle biológico conservativo 1-22p. In: Venzon, M., Paula Jr., T.J.P.; Pallini, A. (org.). Controle Alternativo de Pragas e Doenças. Visconde do Rio Branco: Suprema.
- 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.
- Wackers, F.L., Romeis., van Rijn, P.C.J. 2007. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. Annual Review Entomology, 52: 301-323. 2007.
- Wilby, A., Thomas, M.B. 2002. Are the ecological concepts of assembly and function biodiversity useful frameworks for understanding natural pest control? Agricultural and Forest Entomology, 4: 237-243.

Capítulo I

Fontes de néctar para o predador *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae)

Resumo

A manutenção da diversidade de plantas nos agroecossistemas é de fundamental importância para o controle biológico conservativo de pragas. As plantas utilizadas na diversificação podem fornecer alimentos alternativos, como pólen e néctar, a predadores e parasitóides. Com o objetivo de selecionar plantas que produzem néctar para *Chrysoperla externa*, predador generalista encontrados em vários agroecossistemas, foi realizado um experimento para avaliar a sobrevivência de larvas e adultos de *C. externa*, alimentados com néctar floral do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e com néctar extrafloral da mamona (*Ricinnus communis*). Os experimentos com larvas alimentadas com néctar de trigo mourisco e com néctar extrafloral da mamona, foram realizados em arenas com ramos com flores de trigo mourisco e ramos sem flores e, com ramos de mamona com nectários e ramos sem nectários. Para avaliar a sobrevivência de adultos de *C. externa*, casais recém emergidos foram colocados em arenas. Os tratamentos consistiram em ramos com flores e ramos com apenas folhas de trigo mourisco e ramos de mamona com nectários e ramos sem nectários. Avaliou-se, diariamente nos dois experimentos, a sobrevivência de larvas e adultos de *C. externa*. Os dados foram submetidos à análise de sobrevivência com distribuição de Weibull. A sobrevivência de larvas e adultos de *C. externa* foi maior na presença do néctar floral do trigo mourisco e do néctar extrafloral da mamona do que na ausência desses néctares. Houve diferença significativa na sobrevivência de larvas de *C. externa*, alimentadas com néctar do trigo mourisco e com o néctar da mamona. As larvas de *C. externa* sobreviveram mais quando alimentadas com néctar de trigo mourisco. Os resultados indicam que o trigo mourisco e a mamona podem ser utilizados na diversificação de agroecossistemas, como estratégia de controle biológico conservativo.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo, Crisopídeo, *Fagopyrum esculentum*, *Ricinnus communis*.

Introdução

O controle biológico conservativo envolve a manipulação do ambiente para aumentar a sobrevivência, fecundidade e eficiência dos inimigos naturais de artrópodes-pragas (Landis et al., 2000, 2004, Barbosa, 1998, Gurr & Wratten, 1999, Gurr et al., 2003, Wackers et al., 2007). A diversificação da vegetação na área cultivada favorece os inimigos naturais, devido à disponibilidade e a abundância de alimentos alternativos, como pólen, néctar e honey-dew, ao oferecimento de áreas de refúgio, diferentes microclimas e de presas alternativas (Andow, 1991, Landis et al., 2000, Gurr et al., 2003, Lavandero et al., 2005).

O alimento alternativo produzido pelas plantas apresenta valor nutricional que pode ser suficiente ou não, em relação às necessidades dos inimigos naturais (Roulston et al., 2000). Nem todos alimentos produzidos pelas plantas, como o pólen e o néctar, são adequados nutricionalmente aos inimigos naturais (Baggen et al., 1999, van Rijn et al., 2002). Para que ocorra uma população de predadores capaz de promover o controle biológico de pragas, devem-se manter no ambiente, plantas que garantam a sobrevivência e a reprodução desses inimigos naturais no campo (Venzon et al., 2005).

Dentre os inimigos naturais encontrados frequentemente em vários agroecossistemas estão os predadores Chrysopidae. Na sua fase larval, esses insetos se alimentam de um grande número de presas, incluindo pulgões, cochonilhas, ácaros e ovos, lagartas e pupas de lepidópteros (Souza & Carvalho 2002). No entanto, na escassez de presas, larvas de algumas espécies de Chrysopidae podem utilizar alimento derivado de planta, como néctar e pólen na sua alimentação (Limburg & Rosenheim, 2001, Patt et al., 2003). Os adultos, dependendo da espécie, podem também se alimentar de artrópodes, além de néctar e pólen (Principi & Canard, 1984). A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) é nativa da região Neotropical (Albuquerque et al., 1994). Os adultos se alimentam de recursos fornecidos pelas plantas, como pólen e néctar, e as larvas de diversos artrópodos (Carvalho & Souza, 2000). No Brasil, *C. externa* é encontrada em

vários agroecossistemas (Souza & Carvalho, 2002, Figueira et al., 2003, Santos et al., 2003), incluindo o cafeeiro, onde as larvas se alimentam de ovos, pré-pupas e pupas do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), a principal praga da cultura do cafeeiro (Ecole et al., 2002).

Uma possibilidade de aumentar a abundância e a eficiência de *C. externa* no controle de herbívoros é fornecer alimento alternativo para esse predador. O guandu (*Cajanus cajan*) e a crotalária (*Crotalaria juncea*), plantas utilizadas como adubos verdes de proteção do solo no sistema cafeeiro (Santos et al., 2002), produzem pólen nutricionalmente adequado à *C. externa* (Venzon et al., 2006). No entanto, o sucesso reprodutivo dessa espécie é maior quando uma fonte de carboidrato é associada a esses pólenes (Venzon et al., 2006).

Com o objetivo de selecionar plantas fornecedoras de carboidrato à *C. externa* e que possam ser introduzidas nos agroecossistemas, neste trabalho foi avaliada a utilização do néctar floral do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*, Moench) (Polygonaceae) e do néctar extrafloral da mamona (*Ricinus communis* L) (Euphorbiaceae) por este predador. O trigo mourisco apresenta um período de floração longo e suas flores são visitadas por vários insetos. Possui usos múltiplos, podendo ser usado como adubo verde (Silva et al., 2002). A mamona tem sido utilizada como fonte de adubo para várias culturas, principalmente em agricultura orgânica (Freire et al., 2001, Miczkowski, 2003). Os diferentes néctares como floral e extrafloral, apresentam diferenças na sua composição e concentração de açúcares e no conteúdo calórico. Os nectários desprotegidos, como os extraflorais, contêm mais sacarose do que hexoses e os protegidos, como os florais, apresentam muita glucose e frutose e pouca sacarose (Koptur, 2005).

Para avaliar se o néctar floral do trigo mourisco e o néctar extrafloral da mamona favorecem o predador *C. externa* foram testadas duas hipóteses: (1) o néctar floral do trigo mourisco e o néctar extrafloral da mamona aumentam a

sobrevivência de adultos e larvas de *C. externa*; (2) devido às diferentes composições do néctar floral e do néctar extrafloral, a sobrevivência de larvas e de adultos de *C. externa* é diferente quando alimentados com néctar floral do trigo mourisco e com o néctar extrafloral da mamona.

Materiais e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), do Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM), no período de agosto de 2005 a junho de 2007. O trigo mourisco utilizado no experimento foi semeado em vasos de três litros, com substrato de terra e esterco bovino (3:1), os quais foram mantidos em casa de vegetação do CTZM até o florescimento. Galhos de plantas jovens de mamona, utilizados nos experimentos, foram coletados em áreas agrícolas da Universidade Federal de Viçosa e em áreas rurais da Zona da Mata Mineira.

Criação de *C. externa*

A criação de *C. externa* mantida no laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase) de entomologia da EPAMIG/CTZM foi estabelecida com insetos oriundos do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (Lavras - MG) em 2004. Periodicamente, a criação foi revigorada com a introdução de insetos coletados em áreas de café da Fazenda Experimental do Vale do Piranga (Oratórios - MG). Os adultos foram mantidos no laboratório 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 placa de Petri forrada com papel toalha branco. A alimentação consistiu de dieta de levedo de cerveja e de mel (1:1) pincelada em tira de Parafilm® presa internamente na parte superior da gaiola. A dieta foi substituída a cada dois dias. Também foi fornecida água em um frasco de 10ml contendo um chumaço de algodão.

As larvas foram obtidas a partir da própria colônia mantidas em laboratório. Os ovos foram individualizados em tubos plásticos de 40 ml e vedados na extremidade superior com filme de PVC. Após a eclosão, as larvas foram alimentadas com várias espécies de pulgões e com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) a cada três dias.

Experimentos com trigo mourisco

Para avaliar a sobrevivência das larvas de *C. externa* na presença e na ausência de flores de trigo mourisco, foram realizados testes preliminares com larvas de primeiro e segundo instar. As larvas de primeiro instar não sobreviveram por mais de um dia na presença ou ausência de néctar do trigo mourisco, assim todo o experimento foi realizado com larvas de segundo instar. As larvas de segundo instar foram individualizadas em tubo plástico de 40 ml. Em cada tubo, foi colocado, um ramo com um cacho com quatro flores de trigo mourisco. A extremidade inferior do ramo foi envolvida em algodão umedecido. Para o controle, as larvas também foram colocadas em tubos plásticos de 40 ml, sendo que dentro de cada tubo foi colocado apenas um ramo do trigo mourisco sem flores, envolvido com algodão umedecido. As flores e os ramos foram trocados diariamente. Os tubos foram vedados com filme de PVC. Foi avaliada a sobrevivência diária das larvas. Foram feitas 30 repetições para cada tratamento.

Para verificar a utilização do néctar do trigo mourisco pelos adultos de *C. externa*, casais do predador recém-emergidos foram individualizados em gaiola de tubo de PVC (10 x 10 cm) revestidas internamente com papel filtro branco e vedadas na extremidade superior com filme de PVC. A base da gaiola foi apoiada em uma placa de Petri, também revestida com papel filtro branco. Os tratamentos consistiram de ramos com flores de trigo e ramos com apenas folhas. Para o tratamento com flores, foi colocado em cada gaiola um ramo de trigo mourisco com 12 flores. Os ramos com e sem flores foram acondicionados em frasco de 10 ml contendo água. Adicionalmente, em ambos tratamentos, foi fornecido água através

de um chumaço de algodão em frasco de 10 ml. Foram realizadas 30 repetições de cada tratamento, avaliando-se diariamente a sobrevivência de larvas e adultos do predador. Na presença apenas de carboidrato, espécies de Chrysopidae não ovipositam (Sheldon & MacLeod, 1971), por isso não foi avaliada a reprodução das fêmeas de *C. externa*.

Experimentos com mamona

Larvas de segundo instar de *C. externa* foram individualizadas em arenas de garrafa Pet transparente para avaliação da sobrevivência. A extremidade inferior das garrafas foi removida e protegida com organza presa por uma goma elástica. A extremidade superior foi circundada com algodão e inserida em um tubo plástico de 10 ml contendo água. Em cada garrafa, foi colocado um ramo de mamona com três folhas. Cada folha continha cerca de três nectários extraflorais, totalizando nove nectários por ramo. No tratamento controle, os nectários foram fechados com fita crepe. Avaliou-se diariamente a sobrevivência das larvas. Foram feitas 30 repetições de cada tratamento.

Para verificar a utilização do néctar extrafloral da mamona por adultos de *C. externa*, casais do predador, recém-emergidos, foram acondicionados individualmente em gaiolas com estrutura de madeira (30 x 30 x 30 cm) revestidas de organza, contendo um ramo de mamona com quatro a seis folhas. Cada ramo com folhas continha cerca de 12 a 18 nectários extraflorais, o qual foi colocado dentro de um tubo plástico de 10 ml contendo água e algodão. No tratamento controle (ausência de nectários), esses foram fechados com auxílio de Parafilm. Foram feitas 30 repetições de cada tratamento, avaliando-se diariamente a sobrevivência dos machos e das fêmeas de *C. externa*.

Análise Estatística

Para a análise de sobrevivência de larvas e adultos de *C. externa* foi utilizada a análise de sobrevivência com distribuição de Weibull, tendo como variável resposta a

proporção de adultos e de larvas sobreviventes em função da variável explicativa tempo (dias) e co-variável tratamento com dois níveis: presença e ausência de néctares. A utilização da distribuição de Weibull possibilita a estimativa da trajetória dos parâmetros: tempo médio para morte do modelo (μ) e a forma da curva (α = parâmetro da forma) de acordo com o modelo $Y = e^{-\mu^{-\alpha} x^\alpha}$, onde y é a variável explicativa, e é o logaritmo natural e x é o tempo em dias. As análises foram realizadas no programa estatísticos R (R Development core team, 2006) com $p < 0,05$.

Resultados

As larvas de *C. externa* sobreviveram por um período maior na presença de néctar de trigo mourisco (Figura 1) e néctar extrafloral da mamona (Figura 2) do que na ausência dos néctares. Foi também observada diferença significativa na curva de sobrevivência de adultos de *C. externa*, quando o predador se alimentou de néctar floral de trigo mourisco (Figura 3) e de néctar extrafloral da mamona (Figura 4), em relação quando ficaram na ausência dos néctares.

Quando foi analisada a sobrevivência de larvas de *C. externa* na presença de néctar floral de trigo mourisco e néctar extrafloral da mamona, verificou-se que as larvas sobreviveram por um período maior quando alimentadas com néctar de trigo mourisco do que quando alimentadas com o néctar extrafloral da mamona (Figura 5).

O tratamento da mamona não diferiu do tratamento do trigo em relação à sobrevivência de adultos de *C. externa*, porém ambos os tratamentos diferiram do controle (Figura 6).

Discussão

A presença de néctar floral de trigo mourisco e de néctar extrafloral da mamona aumenta a probabilidade de sobrevivência de larvas e adultos de *C. externa*, quando comparado com as larvas e adultos que ficaram na ausência dos néctares. Apesar da flor de

trigo mourisco produzir pólen, provavelmente ele não tenha quantidade suficiente para suprir as necessidades nutricionais de *C. externa*, não permitindo a reprodução das fêmeas deste predador. Os adultos alimentados com néctar da mamona também não ovipositaram. Além de *C. externa*, várias espécies de crisopídeos; como *Chrysoperla carnea* Stephens não ovipositam quando são alimentadas apenas com carboidratos (Sheldon & MacLeod, 1971). Fontes protéicas adicionais à dieta de *C. externa* são necessárias (Venzon & Carvalho, 1992), porque proteínas são componentes essenciais para o crescimento, desenvolvimento e reprodução de predadores. De acordo com Hagen (1986), a proporção de proteínas e carboidratos deve ser da ordem de 1:1. Esta afirmação é comprovada pelos resultados apresentados por Venzon et al. (2006) que só obtiveram alta performance reprodutiva com *C. externa*, quando adicionaram pólen de crotalária ou guandu a uma dieta somente com mel.

O néctar floral do trigo mourisco e o néctar extrafloral da mamona apresentaram diferenças na sua concentração e composição (Koptur 2005). As larvas de *C. externa* sobreviveram mais na presença do néctar floral do trigo mourisco em relação ao néctar extrafloral da mamona, possivelmente o néctar do trigo mourisco e o pólen presente na flor apresentam uma composição nutricional mais adequada para a sobrevivência das larvas de *C. externa*, sendo que as larvas de crisopídeos podem também se alimentar de néctar fornecido pelas plantas (Limburg & Rosenheim, 2001, Patt et al., 2003). No entanto, para os adultos de *C. externa*, não houve diferença entre os tratamentos trigo mourisco e mamona para a sobrevivência

Em uma situação de escassez de presas, as larvas de *C. externa* poderiam permanecer na cultura se alimentando de néctar até uma nova incidência de presas/pragas. A utilização do néctar por larvas de crisopídeos foi verificada em outro estudo. Limburg & Rosenheim (2001) observaram que larvas de *Chrysoperla plorabunda* (Fitch) alimentaram-se de néctar extrafloral produzido por plantas de algodão tanto em campo quanto em

laboratório, e que houve uma sobrevivência maior do que quando essas larvas ficaram sem o alimento principal.

Ambos, néctar floral e extrafloral, são importantes para manter predadores e parasitóides em agroecossistemas (Stapel et al., 1997, Baggen et al., 1999, Wackers, 2004). Mathews (2004), citado por Spellman et al. (2006), mostrou que néctar extrafloral foi atrativo a coccinelídeos, em pomares de pêsego quando não há presença de afídeos, e que esses predadores tiveram sua abundância e atividades aumentadas em pomares com nectários extraflorais presentes, quando comparado a pomares de mesmo cultivar sem a presença das glândulas de nectário. A presença de néctar é também importante para ácaros predadores. van Rijn & Tanigoshi (1999), observaram que o néctar extrafloral é importante fonte de alimento para o desenvolvimento e reprodução de ácaros Phytoseiidae.

O uso de plantas que produzem néctar em agroecossistemas pode ser considerado como uma estratégia importante no controle biológico conservativo, principalmente pela possibilidade de aumentar a sobrevivência do predador generalista *C. externa*. O néctar pode manter a espécie em campo onde os recursos nutricionais são escassos ou de difícil localização (Gurr & Wratten, 1999, Landis et al., 2000, Coll & Guershon, 2002). A mamona e o trigo mourisco são plantas selecionadas e que já são utilizadas na diversificação de vários agroecossistemas, incluindo o cafeeiro. Estas plantas proporcionam melhoria nas características físicas e químicas do solo (Silva et al., 2002, Miczkowski, 2003). Adicionalmente fornecem alimento alternativo que aumentam a sobrevivência e a reprodução dos inimigos naturais. São necessários, no entanto, estudos em campo para verificar se esse aumento resultará em diminuição populacional das pragas alvo.

Literatura Citada

- Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Rev. Entomol.* 36: 561-586.
- Albuquerque, G.S., Tauber, C.A., Tauber, M.J. 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Life history and potential use for biological control in Central and South America. *Biol. Control.* 4: 8-13.
- Baggen, L.R., Gurr, G.M., Meats, A. 1999. Flowers in tri-trophic systems: Mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomol. Exp. Appl.* 91: 155-161.
- Barbosa, P. 1998. *Conservation biological control*. Academic Press, San Diego. 396p.
- Carvalho, C.F., Souza, B. 2000. Métodos de criação e produção de crisopídeos, p. 91-103. In: V.H.P, Bueno (ed). *Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade*, UFLA, Lavras, 207p.
- Coll, M., Guershon, M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods; mixing plant and prey diets. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 267-297.
- Ecole, C.C., Silva, R.A., Louzada, J.N.C., Moraes, J.C., Barbosa, L.R., Ambrogi, B.C. 2002. Predação de ovos, larvas e pupas de bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Meneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciê. Agrotec.* 26: 318-324.
- Figueira, L.K., Cruz, L.I., Waquil, J.M. 2003. Integração da resistência de plantas e predação por *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o manejo de *Schizaphis graminum* (Rodani) (Hemiptera: Aphididae) em sorgo. *Neotrop. Entomol.* 32: 487-492.

- Freire, E.C., Lima, E.F., Andrade, F.P. 2001. Melhoramento genético. In: Azevedo, D.M.P., Lima, E.F. (org.). O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 229-256.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D. 1999. Integrated biological control: A proposal for enhancing success in biological control. *Int. J. Pest. Mang.* 45: 81-84.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity:
- Hagen, K.S. 1986. Ecosystem analysis: plant cultivars (HPR), entomophagous species and food supplement. In: Boethel, D.J., Eikenberry, R.D. (eds) *Interaction of plant resistance and parasitoids and predators of insects*. New York, USA, 151-197.
- Koptur, S. 2005, Nectar as fuel for plant protectors. In: Wacker, F.L., van Rijn, P.C.J, Bruin (ed.), *plant-provided food and herbivore-carnivore interaction*, Published, by Cambridge University Press, Cambridge University Press. 34p.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 45: 175-201.
- Lavandero, B., Wratten, S., Shishehbor, P., Worner, S. 2005. Enhancing the effectiveness of the parasitoid *Diadegma semiclausum* (hele): Movement after use of nectar in the field. *Biol. 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). *Environ. Entomol.* 30: 595-604.
- Myczkowski, M.L. 2003 Viabilidade genética para o teor de óleos entre progenies autofecundadas de mamona (*Ricinus communis* L.) da cultivar guarani. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrônômica, UEP, Botucatu.
- Patt, J.M., Wainright, S.C., Hamilton, G.C., Whittinghill, D., Bosley, K., Dietrick, J., Lashomb., J.H. 2003. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar by a

- predaceous larva and its effects on growth and development. *Ecol. Entomol.* 28: 717-728.
- Principi, M.M., Canard, M. 1984. Feeding habits. In: Canard, M., Seméria, Y., New, W.T. (eds.), *Biology of chrysopidae*. Dr.W.Junk, The Hague, 294p.
- Roulston, T.H., Cane, J.H., Buchamnn, S.L. 2000. What governs protein content of pollen: Pollinator preference, pollen pistil interactions, or phylogeny? *Ecol. Monog.* 70: 617 - 644.
- Santos, I.C., Lima, P.C., Alcântara, E.N., Mattos. R.N., Vaz de Melo, A. 2002. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. *Inf. Agropec.* 23: 115-126.
- Santos, T.M., Boiça, A.L., Soares, J.J. 2003. Influência de tricomas do algodoeiro sobre os aspectos biológicos e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Aphis gossypii* Glover. *Bragantia.* 62: 243-254.
- Sheldon, J.K., MacLeod, E.G. 1971. Studies on the biology of the Chrysopid II. The feeding behavior of the adult of *Chrysopa carnea* (Neuroptera). *Psyche* 78: 107-121.
- Silva, D.B., Guerra, A.F., Silva, A.C., Pova, J.S.R. 2002. Avaliação de genótipo de mourisco na região do Cerrado. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*. Embrapa. 21p.
- Souza, B., Carvalho, C. 2002. Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1961) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard in Southern Brazil. *Acta Zool. Acad.* 48. 301-310.
- Stapel, J.O., Cortesero, C.M.M., Tumlinson, J.H., Lewis, W.J. 1997. Extrafloral nectar, honeydew, and sucrose effects on searching behavior and efficiency of *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *Environ. Entomol.* 23: 617-623.
- Spellman, B., Brow, M.W., Mathews, C.R. 2006. Effect of floral and extrafloral resources on predation of *Aphis spiraecola* by *Harmonia axyridis* on Apple. *BiolControl.* 51: 715-724.

- van Rijn, P., Tanigoshi, L.K. 1999. Pollens as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari, Phytoseiidae), dietary range and life history. *Exp. Appl. Acarol.* 23: 785-802.
- van Rijn, P., van Houte., Y.M., Sabelis, M.W. 2002. How plants benefit from providing food to predator even when it is also edible to herbivores. *Ecology.* 83: 2664-2667.
- Venzon, M., Carvalho, C.F. 1992. Biologia da fase adulta de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas. *Cien. Prát.* 16: 315-320.
- Venzon, M., Rosado, M.C., Euzébio, D.E.; Pallini, A. 2005. Controle biológico conservativo, 1-22p. In: Venzon, M., Paula Jr., T.J.P.; Pallini, A. (org.). Controle alternativo de pragas e doenças. Visconde do Rio Branco: Suprema..
- Venzon, M., Rosado, M.C., Euzébio, D.E., Souza, B., Schoereder, J.H. 2006. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neot. Entomol.* 35: 371-376
- Wackers, F.L. 2004. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. *Biological Control*, 29: 307-314.
- Wackers, F.L., Romeis., van Rijn, P.C.J. 2007. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. *Annual Review Entomology*, 52: 301-323. 2007.

Figuras

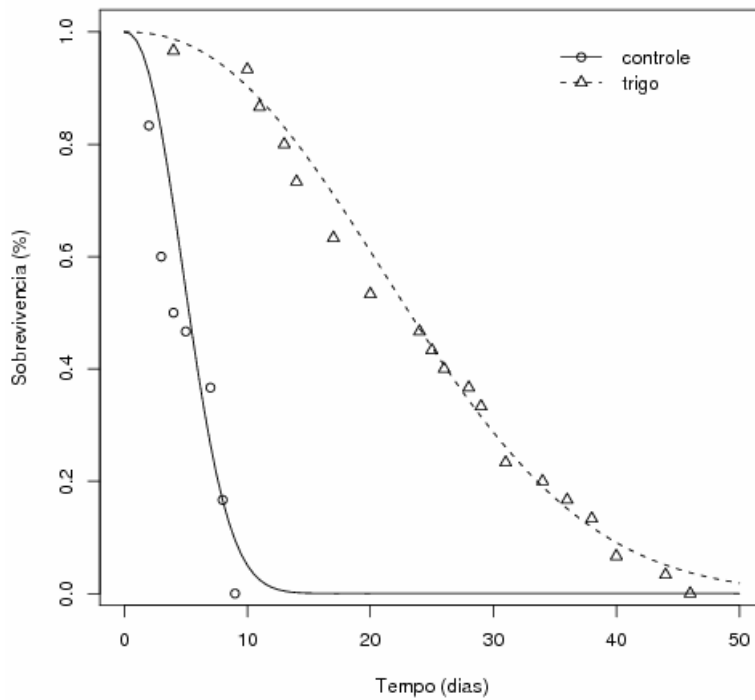


Figura 1. Curvas de sobrevivência de larvas de *C. externa* na presença de néctar de trigo mourisco (trigo) e na ausência do néctar (controle). Controle $Y = e^{-6,18-2,27 x^{2,27}}$, trigo $Y = e^{-27,22-2,27 x^{2,27}}$. Houve diferença significativa entre as curvas, trigo e controle ($\chi^2 = 71,75$, GL = 1, P = $2,44e^{-17}$).

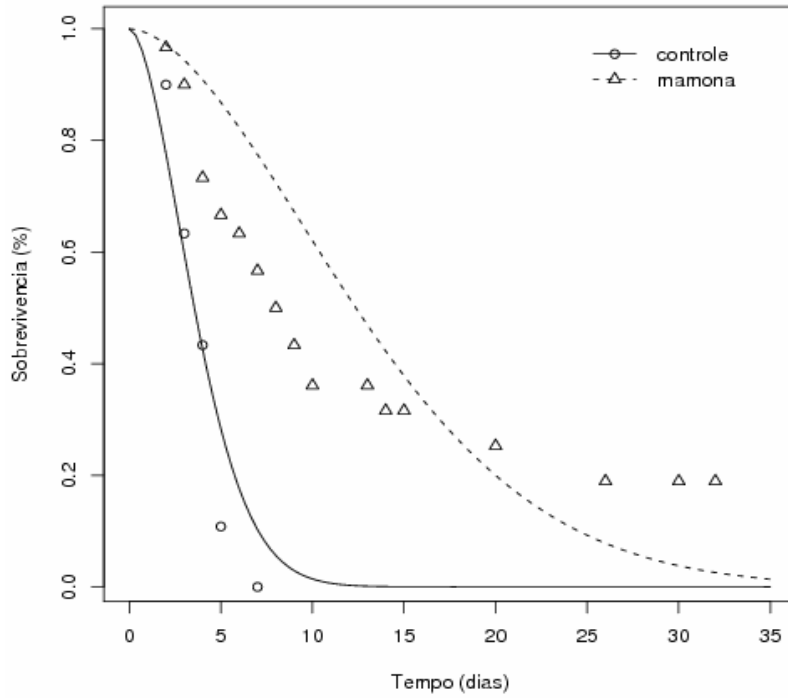


Figura 2. Curvas de sobrevivência de larvas de *C. externa* na presença de néctar extrafloral da mamona (mamona) e na ausência do néctar (controle). Mamona $Y = e^{-15,24^{-1,75} x^{1,75}}$, controle $Y = e^{-4,37^{-1,75} x^{1,75}}$. As larvas de *C. externa* sobreviveram por um período maior na presença do néctar extrafloral da mamona do que na ausência ($\chi^2 = 34,81$, GL = 1, P = $3,6e^{-09}$).

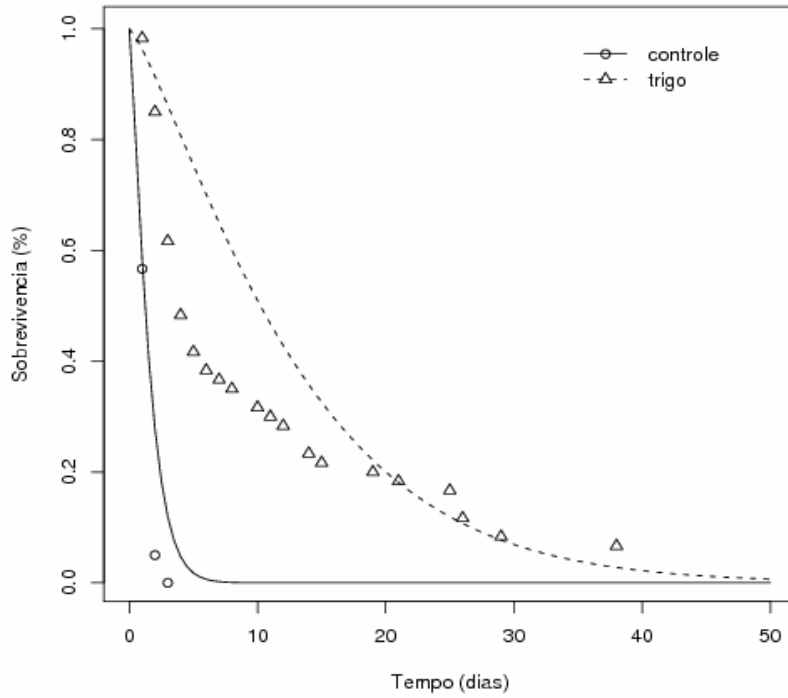


Figura 3. Curvas de sobrevivência de adultos de *C. externa* na presença de néctar de trigo mourisco (trigo) e na ausência do néctar (controle). Trigo $Y = e^{-13,69^{-1,25} x^{1,25}}$, controle $Y = e^{-1,64^{-1,25} x^{1,25}}$. Os adultos de *C. externa* sobreviveram mais se alimentando de néctar de trigo mourisco do que na ausência do néctar. ($\chi^2 = 96,36$, Gl = 1, P = 0,00)

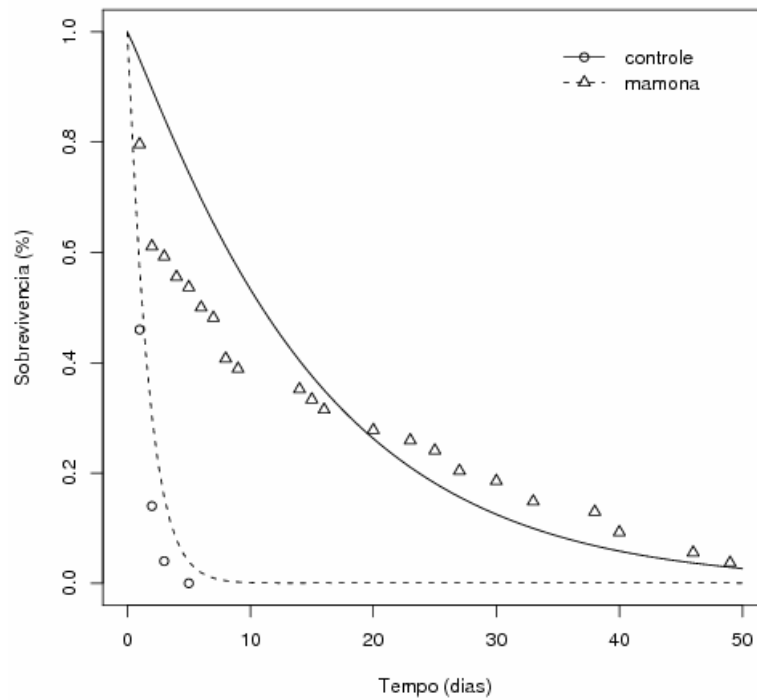


Figura 4. Curvas de sobrevivência de adultos de *C. externa* na presença de néctar extrafloral da mamona (mamona) e na ausência do néctar (controle). Mamona = $Y = e^{-15,30^{-1,09} x^{1,09}}$, controle = $Y = e^{-1,70^{-1,09} x^{1,09}}$. Houve diferença significativa entre as curvas mamona e controle ($\chi^2 = 72,47$, Gl = 1, P = 5,61e-33).

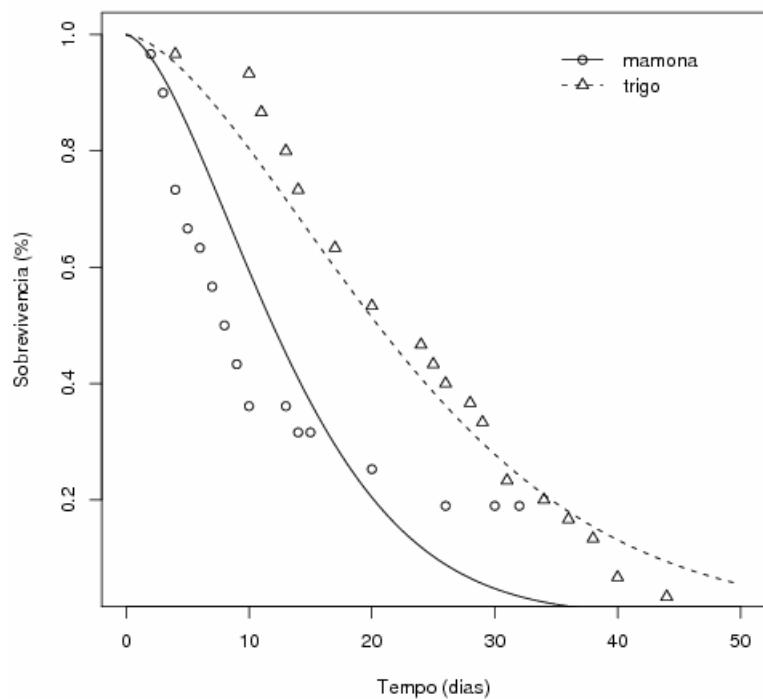


Figura 5. Curvas de sobrevivência de larvas de *C. externa* alimentadas com néctar de trigo mourisco e com néctar extrafloral da mamona. Trigo $Y = e^{-25,73^{-1,61}x^{1,61}}$, mamona $Y = e^{-14,99^{-1,61}x^{1,61}}$. As larvas de *C. externa* sobreviveram mais se alimentando de néctar do trigo mourisco do que quando se alimentaram de néctar extrafloral da mamona ($x^2 = 8,19$, GL = 1, P = 0,0042).

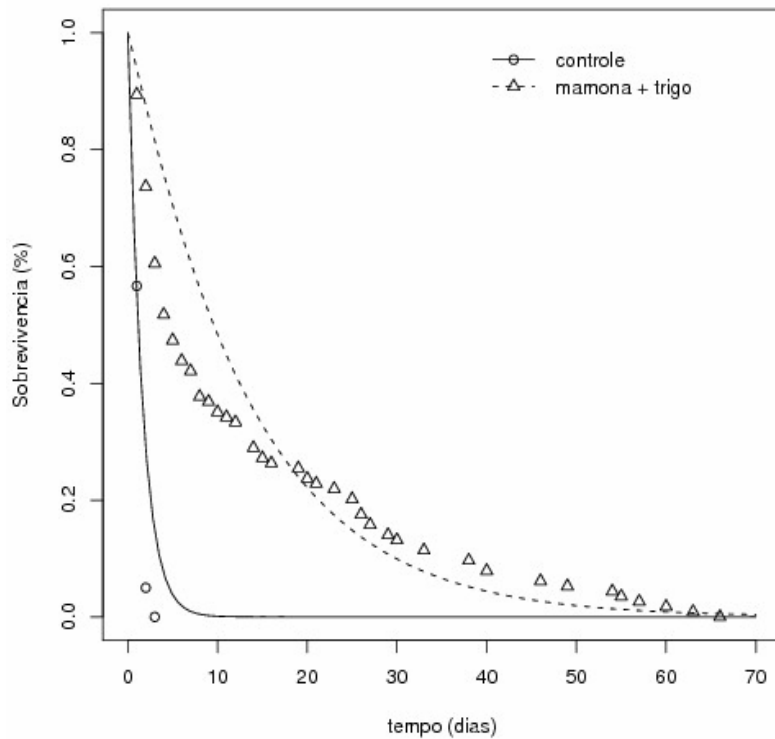


Figura 6. Curvas de sobrevivência de adultos de *C. externa* alimentados com néctar de trigo mourisco, néctar extrafloral da mamona e na ausência dos néctares (controle). Controle $Y = e^{-1,62-1,05 x^{1,05}}$, trigo e mamona $Y = e^{-13,55-1,05 x^{1,05}}$. Não há diferença entre os tratamentos trigo e mamona quanto à sobrevivência ($P = 0,8008$). Houve diferença significativa entre as curvas trigo + mamona e controle ($\chi^2 = 96,91$, $G1 = 1$, $P = 0,000$).

Capítulo II

Sucesso reprodutivo do predador *Chrysoperla externa* alimentado com pólen e néctar de plantas utilizadas como adubação verde

Resumo

A diversificação da vegetação com plantas que fornecem pólen e néctar nutricionalmente adequado a predadores pode reduzir a população de pragas por incrementar a população desses inimigos naturais. Com o objetivo de selecionar plantas que produzam néctar e pólen para o predador *Chrysoperla externa*, foi investigada a sobrevivência e a reprodução de adultos de *C. externa* alimentados com néctar de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e pólen de crotalária (*Crotalaria juncea*), plantas utilizadas como adubos verdes em vários agroecossistemas. Casais recém emergidos de *C. externa* foram alimentados com as seguintes dietas: a) pólen de crotalária, b) néctar de trigo mourisco, e c) pólen de crotalária e néctar de trigo mourisco associados. A sobrevivência de *C. externa* foi maior quando alimentada com pólen e néctar associados em relação à dieta somente com pólen ou somente com néctar. A sobrevivência de *C. externa* também foi maior na dieta composta somente por pólen do que na dieta composta somente por néctar. O sucesso reprodutivo de *C. externa* não apresentou diferença significativa entre a dieta com pólen e néctar e a dieta somente com pólen. Não foi possível avaliar o sucesso reprodutivo de *C. externa* na dieta de néctar de trigo mourisco, pois não houve reprodução. Os resultados indicam que o pólen de crotalária e o pólen e néctar associados são adequadas nutricionalmente a *C. externa*, podendo ser utilizadas na diversificação de agroecossistemas para o controle biológico conservativo.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo, *Fagopyrum esculentum*, *Crotalaria juncea*, Chrysopideo.

Introdução

A diversidade em agroecossistemas pode resultar em um conseqüente aumento no controle de insetos herbívoros (Gurr et al., 2003). Em muitas áreas cultivadas já é comum a utilização de sistemas diversificados, principalmente em sistemas orgânicos de produção. Como exemplo, em áreas produtoras de café, os produtores utilizam a adubação verde para diversificação do sistema cafeeiro (Santos et al., 2002; Guimarães et al., 2002). Além dos benefícios potenciais proporcionados pela diversificação em relação à incidência de pragas e doenças, ocorre também a melhora nas características químicas, físicas e biológicas do solo (Espíndola et al., 1997; Lu et al., 2000).

A diversificação da vegetação intensifica a aplicação do controle biológico natural, que é uma estratégia de manejo ecológico que favorece e incrementa a ação de inimigos naturais sobre os herbívoros considerados pragas em sistemas agrícolas. Isto ocorre devido a disponibilidade de alimentos alternativos, como pólen e néctar, por fornecer abrigo e microclima favoráveis (Landis et al., 2000, Altieri, 1999).

A disponibilidade de alimentos derivados de plantas, como pólen e néctar, podem ter grande impacto na eficiência de predadores e parasitóides como agentes de controle biológico de pragas. Para algumas espécies de predadores, esse tipo de alimento é essencial durante um estágio de vida não carnívoro (Principi & Canardi, 1984; Hickman & Wratten, 1997), Para outros, pode servir como suplemento até a presa de qualidade superior ser localizada, aumentando a probabilidade de sobrevivência (Patt et al., 2003).

Dentre as espécies de predadores polípagos encontrados em vários agroecossistemas, incluindo o cafeeiro, estão os crisopídeos (Souza & carvalho, 2002; Figueira et al., 2003; Santos et al., 2003). As larvas de crisopídeos são carnívoras, mas podem também se alimentar de pólen e néctar na escassez de herbívoros (Limburg & Rosenheim, 2001; Patt et al., 2003). Já os adultos têm hábitos alimentares variados, dependendo da espécie (Principi & Carnard, 1984). A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) na

sua fase adulta se alimenta de pólen e néctar produzidos pelas plantas (Carvalho & Souza, 2000).

As plantas utilizadas na diversificação de agroecossistemas apresentam pólen e néctar com valores nutricionais diferentes (Roulston et al., 2000). Assim, nem todas as plantas que produzem pólen e néctar podem ser adequadas nutricionalmente aos inimigos naturais. Em estudos anteriores foi verificado que o guandu e a crotalária, leguminosas utilizadas como adubos verdes em café, produzem pólenes nutricionalmente adequados a *C. externa*. No entanto, o sucesso reprodutivo deste predador foi melhor quando foi adicionado à dieta, fontes de carboidrato (Venzon et al., 2006).

Com o objetivo de selecionar planta que forneça carboidrato adequado a dieta de *C. externa* foram realizados em laboratório, estudos para avaliar a sobrevivência e o sucesso reprodutivo desse predador alimentado com néctar de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e pólen de crotalária (*Crotalaria juncea*) associados ou oferecidos separadamente. Dessa forma, testou-se a hipótese de que o néctar do trigo mourisco associado ao pólen de crotalária influencia positivamente a sobrevivência e a reprodução de *C. externa*.

Material e método

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) do Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM), no período de agosto de 2005 a Julho de 2007. Plantas do trigo mourisco e plantas de crotalária foram cultivadas em vasos de três litros, com substrato de terra e esterco bovino (3:1) e foram mantidas em casa de vegetação da EPAMIG (CTZM). Para obtenção do pólen de crotalária flores de crotalária foram coletadas na casa de vegetação e levadas para o laboratório, onde foi extraído o pólen com ajuda de um pincel. O pólen foi acondicionado em frasco de vidro vedado e mantido sob refrigeração a 4°C.

Criação de *C. externa*

A criação de *C. externa* mantida no laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase) de entomologia da EPAMIG/CTZM foi estabelecida com insetos oriundos do laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (Lavras - MG). Periodicamente a criação foi revigorada com a introdução de insetos coletados na Fazenda Experimental do Vale do Piranga (Oratórios - MG). Os indivíduos foram mantidos no laboratório 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 placa de Petri forrada 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. A dieta foi substituída a cada dois dias. Também foi fornecida água em frasco de 10ml contendo um chumaço de algodão.

Experimento

Para verificar o efeito da associação de plantas que produzem pólen e néctar na sobrevivência e reprodução do predador generalista *C. externa*, casais recém emergidos desse predador foram individualizados em arenas de tubos de PVC (10 x 10 cm) revestidas internamente com papel filtro branco, vedadas na extremidade superior com filme de PVC. A base das arenas foi apoiada em uma placa de Petri, também revestida com papel filtro branco. Os tratamentos consistiram em néctar de trigo mourisco, pólen de crotalária, néctar de trigo mourisco e pólen de crotalária associados. Para o tratamento com néctar foi colocado, em cada arena um ramo de trigo mourisco com 12 flores, acondicionado em frasco de 10ml contendo água. Para o tratamento com pólen, esse foi oferecido em recipiente de borracha de 20mm de diâmetro por 8 mm de altura, colocados no fundo da arena. No tratamento com pólen e néctar associados, ambos foram oferecidos na mesma arena, conforme descrito. Em todos os tratamentos foi fornecida água através de chumaço

de algodão colocado em frasco de 10 ml. A reposição da água e da dieta foi feita a cada dois dias. Todos os tratamentos foram mantidos em câmara climatizada, 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 horas. Foram feitas 30 repetições de cada tratamento. Avaliou-se diariamente as seguintes variáveis biológicas de *C. externa*: sobrevivência de machos e fêmeas, número de ovos produzidos diariamente e viabilidade dos ovos. Para avaliar a viabilidade dos ovos, foram retirados diariamente todos os ovos e desses ovos, cinco foram individualizados em tubos plásticos de 2 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, fechados com filme plástico. A viabilidade dos ovos foi avaliada.

Análises estatísticas

A sobrevivência de *C. externa* foi analisada pela distribuição de Weibull tendo como variável resposta a proporção de adultos sobreviventes de *C. externa* em função da variável explicativa tempo (dias) e co-variáveis tratamentos com três níveis, pólen de crotalária, néctar de trigo mourisco, pólen de crotalária e néctar de trigo mourisco associados. A utilização da distribuição de Weibull possibilita a estimativa da trajetória dos parâmetros: tempo médio para morte do modelo (μ) e a forma da curva (α = parâmetro de forma) de acordo com o modelo $Y = e^{-\mu^{-\alpha}x^\alpha}$, onde y é a variável explicativa, e é o logaritmo natural e x é o tempo em dias. A reprodução de *C. externa* foi estimada através da análise de adaptabilidade (“fitness”) que leva em consideração os valores obtidos para a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) (Carey, 1993) conforme o modelo $r_m = \ln(R_0)/T$, onde R_0 é a taxa de reprodução líquida e T é o tempo médio de gerações (Carey, 1993).

A r_m foi comparada entre os tratamentos através do método Jackknife conforme descrito por Maia et al. (2000). Diferenças entre os tratamentos foram comparadas por análise de variância. As análises foram realizadas no programa estatísticos R (R Development core team, 2006) com $p < 0,05$.

Resultados

Fêmeas e machos de *C. externa* sobreviveram por um período maior quando foram alimentados com néctar de trigo mourisco e pólen de crotalária em comparação quando foram alimentadas com pólen de crotalária e néctar de trigo mourisco fornecidos separadamente ($\chi^2 = 54.17$, $Gl = 2$, $P = 1,7e^{-12}$) (Figura 1).

Não houve diferença significativa na taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) de *C. externa*, quando alimentado somente com pólen de crotalária ($r_m = 0,15$) ou alimentado com pólen de crotalária e néctar de trigo mourisco associados ($r_m = 0,17$) ($F_{1,58} = 0,0463$; $P = 0,8297$) (Figura 2). No tratamento que foi utilizado somente néctar de trigo mourisco, não foi possível avaliar a taxa intrínseca de crescimento, pois não houve reprodução.

Discussão

Conforme os resultados apresentados, a crotalária e o trigo mourisco podem ser utilizados como estratégia no manejo ecológico de pragas, porque o alimento fornecido por essas plantas aumenta a sobrevivência de predadores. Isto ocorre, porque o pólen e o néctar apresentam valores elevados de proteína, glucose e frutose (Koptur, 2005; Venzon et al., 2006). A presença de proteína na dieta é essencial para aumento da fecundidade das fêmeas de diversas espécies de crisopídeos (Sheldon & MacLeod 1971). Na ausência desta substância, não há reprodução como observado no tratamento em que foi oferecido somente néctar de trigo mourisco. Estes resultados são importantes para entender porque há aumento na abundância e diversidade de predadores, como coccinelídeos em vinhedos, devido a presença de trigo mourisco (Nicholls et al., 2001)

O fato da sobrevivência de *C. externa* ter sido alta quando pólen de crotalária e néctar de trigo mourisco associados foram fornecidos tem implicações práticas para o

sucesso no controle biológico conservativo no sistema cafeeiro. Esse método pode aumentar a permanência de adultos de *C. externa* na cultura através dos alimentos fornecidos por essas plantas utilizadas como adubação verde

Estudos recentes feitos por Venzon et al. (2006), mostraram que o pólen de crotalária foi eficiente na reprodução e sobrevivência de *C. externa* em relação ao pólen de mamona. Nesse trabalho quando foi adicionada fonte carboidrato ao pólen houve maior sobrevivência e reprodução. Os resultados encontrados diferem dos mostrados por Venzon et al., (2006), pois não houve diferença significativa quando foi oferecido ao predador somente pólen de crotalária ou pólen de crotalária e néctar de trigo mourisco associados. Uma hipótese para explicar esse resultado seria que as flores de trigo mourisco não apresentam quantidade de néctar suficiente para a reprodução de *C. externa*.

A crotalária e o trigo mourisco por produzirem pólen e néctar respectivamente, podem aumentar a efetividade de predadores nos agroecossistemas quando utilizadas na diversificação dos sistemas, resultando em redução populacional de pragas.

Literatura citada

- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 19-31.
- Carey, J.R. 1993. *Applied demography for biologist with special emphasis on insects*. Oxford University Press, New York, 206p.
- Carvalho, C.F., Souza, B. 2000. Métodos de criação e produção de crisopídeos, p. 91-103. In V.H.P. Bueno (ed.), *Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade*. UFLA, Lavras, 207p.
- Espíndola, J.A.A.; Guerra, J.G.M.; Almeida, D.L. 1997. Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 20p. (EMBRAPA-CNPAB. Documentos, 42).
- Figueira, L.K., Lara, F.M., Cruz, I., Waquil, J.M. 2003. Integração da resistência de plantas e predação por *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o manejo de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em sorgo. *Neotrop. Entomol.* 32: 487-492.
- Guimarães, P.T.G., Nogueira, F.D., Lima, P.C., Guimarães, M.J.C.L. Pozza, A.A.A. 2002. Adubação e nutrição do cafeeiro em sistema orgânico de produção. *Inf. Agropec.* 23: 63-81.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Bas. Appl. Ecol.* 4: 107-116.
- Hickman, J.M., Wratten, S.D. 1997. Use of *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllaceae) as pollen source to enhance hoverfly (Díptera: Syrphidae) populations in cereal fields. *J. Econ. Entomol.* 89: 832-840.
- Koptur, S. 2005, Nectar as fuel for plant protectors. In: Wacker, F.L., van Rijn, P.C.J, Bruin (ed.), *plant-provided food and herbivore-carnivore interaction*, Published, by Cambridge University Press, Cambridge University Press. 34p.

- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 45: 175-201.
- 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). *Environ. Entomol.* 30: 5950-6004.
- Lu, Y., Watkins, K.B Teasdale, J.R., Abdull-Baki, A.A. 2000. Cover crops in sustainable food production. *Food Ver. Intern.* 16: 121-156.
- Maia, A.H.N., Luiz, A.J.B., Campanhola, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computacional aspects. *J. Econ. Entomol.* 93: 511-518.
- Nicholls, C.I, Parrella, M., Altieri, M.A. 2001. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity with a northern California organic vineyard. *Landscape Ecol.* 16: 133-146.
- Patt, J.M., Wainright, S.C., Hamilton, G.C., Whittinghill, D., Bosley, K., Dietrick, J., Lashomb., J.H. 2003. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar by a predaceous larva and its effects on growth and development. *Ecol. Entomol.* 28: 717-728.
- Principi, M.M., Canard, M. 1984. Feeding habits. In. Canard, M., Seméria, News, Y.W.T. (eds.), *Biology of Chrysopidae*. Dr.W.Junk, The Hague, 294p.
- Roulston, T.H., Cane, J.H., Buchamnn, S.L. 2000. What governs protein content of pollen: Pollinator preference, pollen pistil interactions, or phylogeny? *Ecol. Monog.* 70: 617 - 644.
- Santos, I.C., Lima, P.C., Alcântara, E.N., Mattos. R.N., Vaz de Melo, A. 2002. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. *Inf. Agropec.* 23: 115-126.

- Santos, T.M., Boiça, A.L., soares, J.J. 2003. Influência de tricomas do algodoeiro sobre os aspectos biológicos e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Aphis gossypii* Glover. *Bragantia*. 62: 243-254.
- Sheldon, J.K., MacLeod, E.G. 1971. Studies on the biology of the Chrysopid II. The feeding behavior of the adult of *Chrysopa carnea* (Neuroptera). *Psyche*, 78: 107-121.
- Souza, B., Carvalho, C. 2002. Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1961) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard in Southern Brazil. *Acta Zool. Acad.* 48. 301-310.
- 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). *Neot. Entomol.* 35. 371-376.

Figuras

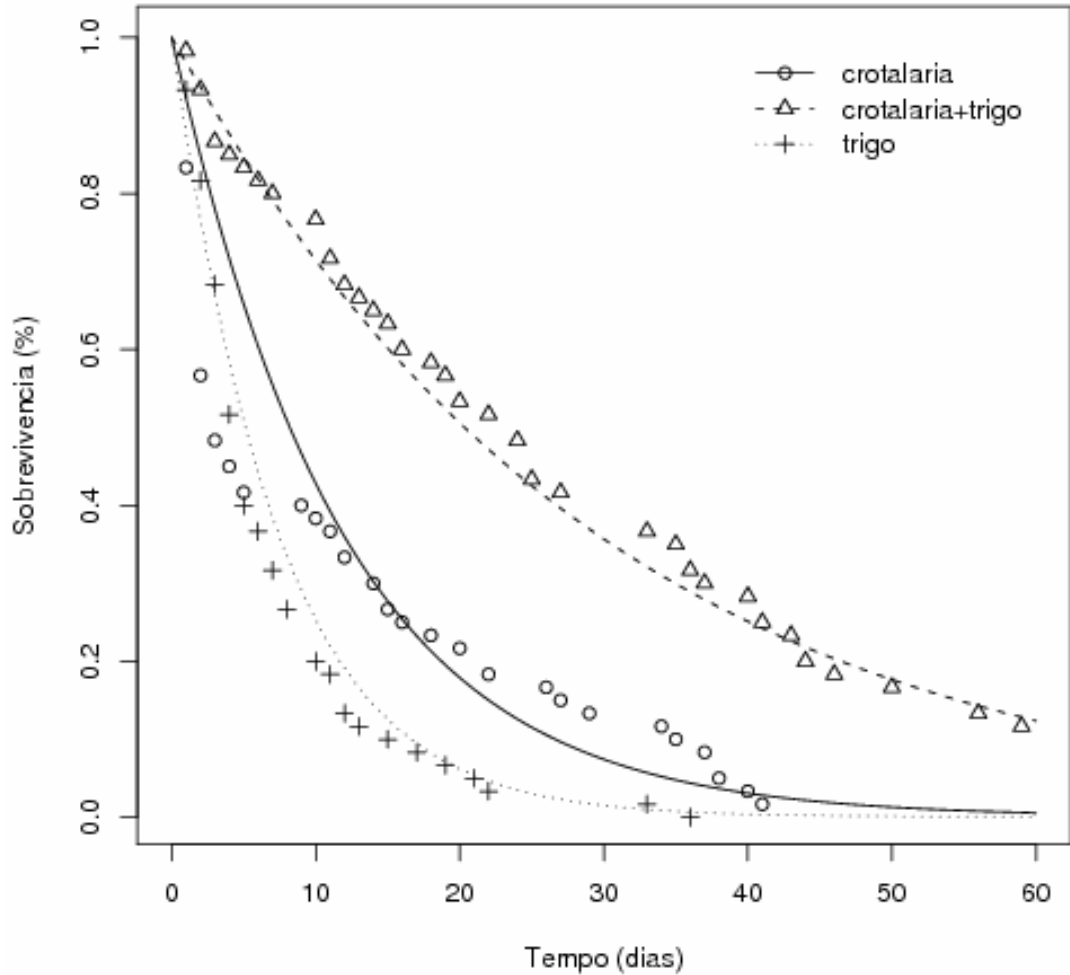


Figura 1. Curvas de sobrevivência de adultos de *C. externa* alimentados com néctar de trigo mourisco, com pólen de crotalaria e com néctar e pólen associados. As curvas foram analisadas pelo teste de Weibull. Néctar de trigo mourisco $Y = e^{-7,33^{-2,46} x^{2,46}}$, pólen de crotalaria $Y = e^{-11,51^{-2,46} x^{2,46}}$, pólen de crotalaria e néctar de trigo mourisco $Y = e^{-29,1192^{-2,46} x^{2,46}}$. Houve diferença significativa entre as curvas de sobrevivência de néctar de trigo mourisco e pólen de crotalaria associados, de pólen de crotalaria e de néctar de trigo mourisco oferecidos separadamente ($\chi^2 = 54,17$; $Gl = 2$; $P = 1,7e^{-12}$).

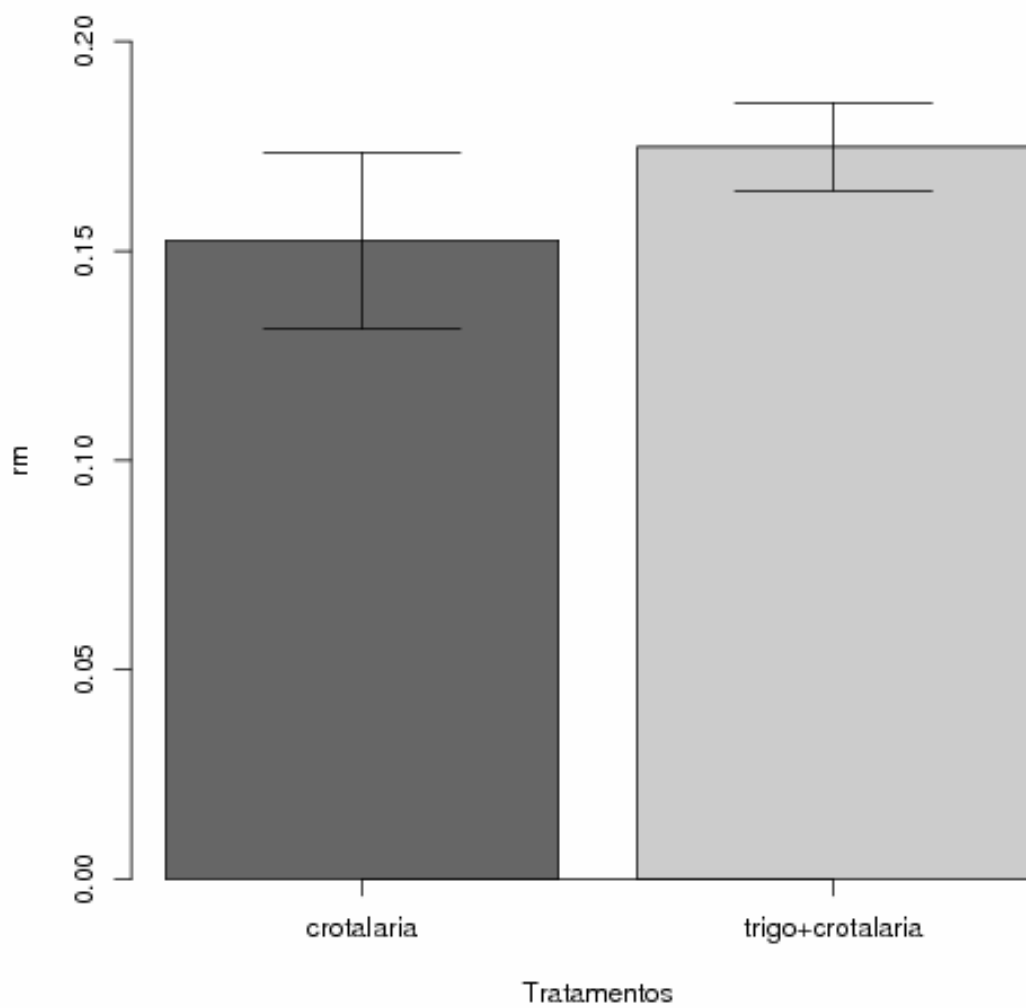


Figura 2 Taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) de *C. externa* nos tratamentos com pólen de crotalaria e pólen de crotalaria e néctar de trigo mourisco associados ($F_{1,58} = 0,0463$; $P = 0,8297$).

Capítulo III

Viabilidade do trigo mourisco (*Fagopyrum esculetum*) para uso no controle biológico conservativo do bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*)

Resumo

A diversificação das culturas com plantas de cobertura que forneçam pólen e néctar para inimigos naturais pode reduzir a população de pragas através do aumento da efetividade desses inimigos naturais. Com o objetivo de selecionar plantas que produzam néctar que beneficie o parasitoide *Mirax* sp., um dos agentes de controle biológico do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, e que não promovam a alta adaptabilidade desse herbívoro, foi avaliada a sobrevivência de *Mirax* sp. e *L. coffeella*, e sua reprodução a partir do néctar do trigo mourisco. Casais recém emergidos do parasitóide *Mirax* sp. e de *L. coffeella* foram individualizados em gaiolas de PVC (10 x 10 cm). Os tratamentos consistiram de ramos de trigo mourisco com flores e ramos de trigo mourisco sem flores (controle). Para o experimento com *L. coffeella*, foi adicionada, em cada gaiola, uma folha de café para oviposição. Avaliou-se diariamente a sobrevivência de adultos de *Mirax* sp. e a sobrevivência e reprodução de *L. coffeella*. A sobrevivência de adultos de *Mirax* sp. e de *L. coffeella* foi maior na presença do néctar floral do trigo mourisco do que na sua ausência. A taxa intrínseca de crescimento natural (r_m) foi maior quando as fêmeas não tiveram acesso ao néctar do que quando tiveram. Potencialmente, o trigo mourisco poderá ser utilizado na diversificação do sistema cafeeiro, pois o trigo mourisco não aumenta a reprodução de *L. coffeella*.

Palavras-chave: herbívoro, néctar, parasitóide, diversificação

Introdução

Na produção orgânica, o uso de agrotóxicos é proibido, o que determina a carência tecnológica para o controle de pragas. O ataque de pragas é um dos principais fatores que influenciam a produção e a qualidade do café. Ataques do bicho-mineiro do cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1942) (Lepidoptera: Lyonetiidae), praga-chave da cultura em diversas regiões produtoras de café, podem causar prejuízos de até 46% na produção (Reis e Souza, 1996; Reis et al., 2002). As perdas nas lavouras cafeeiras se devem a redução da área fotossintética ocasionando queda precoce das folhas, devido às galerias abertas pelas larvas de *L. coffeella* para alimentação do parênquima foliar (Reis e Souza, 1996).

A maioria das práticas agrícolas utilizadas no sistema de produção de café para o controle de pragas, não teve sua eficiência testada, o que tem levado o produtor a agir por tentativa e erro. Uma das técnicas que poderia ser utilizadas no sistema orgânico e convencional de produção de café é a heterogeneização do agroecossistema. A diversificação do sistema de produção de café poderá favorecer o aumento na riqueza de espécies de inimigos naturais do bicho-mineiro, devido ao aumento de alimentos alternativos, fornecimento de áreas de refúgio, de microclima e à disponibilidade de presas alternativas (Andow, 1991; Landis et al., 2000; Gurr et al., 2003; Lavandero et al., 2005), além de aumentar a eficiência, aumentando a sobrevivência, a fecundidade, a taxa de parasitoidismo e conseqüentemente reduzindo as populações de pragas (Wratten et al., 2002).

O agroecossistema cafeeiro abriga uma alta diversidade de predadores e parasitóides (Reis et al., 2002), no entanto, nem sempre suas populações são suficientes para a redução das populações de pragas em níveis que não causem danos econômicos. Uma possibilidade de aumentar a efetividade desses inimigos naturais nos agroecossistemas seria o fornecimento adicional de pólen e néctar através da introdução de plantas que forneçam

estes recursos aos inimigos naturais do bicho-mineiro (Barbosa, 1998; Landis, et al., 2000). Muitos parasitóides utilizam nutrientes como néctares e pólenes que aumentam a sobrevivência e a fecundidade (Jervis et al., 1996; Landis et al., 2000; Irvin et al., 1999).

Na seleção de plantas que forneçam néctar, devem-se escolher plantas cujas flores sejam exploradas e permitam o acesso apenas dos inimigos naturais. (Baggen et al., 1999). Em muitas plantas, o néctar é inacessível aos lepidópteros, devido à morfologia das flores, à composição química e à concentração de açúcares do néctar (Parra, 1991). A inacessibilidade do alimento fornecido pelas plantas às pragas é outro critério que pode ser utilizado, na seleção de plantas para a diversificação do agroecossistema.

Com o objetivo de selecionar plantas que favoreçam o controle biológico conservativo do bicho-mineiro *L. coffeella* através de parasitóides foram testadas duas hipóteses: (1) a utilização do néctar do trigo mourisco pelo parasitóide *Mirax* sp. aumenta sua sobrevivência, (2) a utilização do néctar do trigo mourisco pelo bicho-mineiro não aumenta sua sobrevivência e reprodução.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), do Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM) com plantas de trigo mourisco e plantas de café. O trigo mourisco e as mudas de café foram plantados em vasos de três litros, com substrato de terra e esterco bovino (3:1). Essas plantas foram mantidas em casa de vegetação do CTZM.

Criação do bicho-mineiro (*L. coffeella*) e do parasitóide *Mirax* sp.

Para obtenção dos adultos de bicho-mineiro, folhas minadas de cafeeiro foram coletadas em áreas de cultivo da Zona da Mata Mineira e na área experimental da Universidade Federal de Viçosa. As folhas coletadas foram colocadas em bandejas de

Gerbox© contendo solução de hormônio de crescimento (benzil adenina) para a manutenção da turgidez das folhas por um período mais longo (Reis Junior et al., 2000). Essas folhas foram mantidas em BOD a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase e a cada dois dias as crisálidas de bicho-mineiro formadas foram retiradas e transferidas para tubos plásticos de 40 ml vedados na extremidade superior com filme de PVC. Os adultos emergidos foram transferidos dos tubos plásticos para gaiolas de madeira (30 x 30 x 30 cm) revestida com organza contendo mudas de café.

Para obtenção dos parasitóides, folhas de café com minas de *L. coffeella* foram coletadas semanalmente em áreas de cultivo da Zona da Mata Mineira e na área experimental Universidade Federal de Viçosa. No laboratório, as folhas minadas foram colocadas em bandejas Gerbox© contendo solução de hormônio de crescimento (benzil adenina) e mantidas em BOD a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase até a formação de crisálidas. A cada dois dias as crisálidas formadas de bicho-mineiro foram transferidas para tubos plásticos de 40 ml, vedados na extremidade com filme de PVC. Diariamente foi observada a emergência de adultos de parasitóides ou do bicho-mineiro. O parasitóide escolhido foi o mais abundante na região, uma espécie do gênero *Mirax*.

Experimentos

Para verificar a utilização do néctar do trigo mourisco pelos adultos de *Mirax* sp., casais do parasitóide recém-emergidos foram individualizados em gaiolas de tubo de PVC (10 x 10 cm) revestidas internamente com papel filtro branco e vedadas na extremidade superior com filme de PVC. A base da gaiola foi apoiada em uma placa de Petri, também revestida com papel filtro branco. Os tratamentos consistiram de ramos com flores de trigo mourisco e ramos com apenas folhas (controle). Para o tratamento com flores, foi colocado em cada gaiola um ramo de trigo mourisco com oito flores, acondicionado em um frasco de 10 ml contendo água. No controle, os ramos também foram colocados em frasco de 10 ml

com água. Adicionalmente, em ambos tratamentos, foi fornecida água através de um chumaço de algodão em frasco de 10 ml. Foram realizadas 30 repetições de cada tratamento, avaliando-se diariamente a sobrevivência de machos e fêmeas do parasitóide.

Para verificar a utilização do néctar do trigo mourisco pelo bicho-mineiro, *L. coffeella*, casais do inseto recém emergidos, foram individualizados em gaiolas de tubos de PVC (10 x 10 cm) revestidas internamente com papel filtro branco e vedadas na extremidade superior com filme de PVC. A base da gaiola foi apoiada em uma placa de Petri, também revestida com papel filtro branco. Adicionalmente, nos tratamentos com flores de trigo e sem a presença das flores, foi fornecida água através de um chumaço de algodão em frasco de 10 ml e uma folha de café, também acondicionada em frasco de 10 ml, para a oviposição de *L. coffeella*. Foram realizadas 30 repetições de cada tratamento, avaliando-se diariamente a sobrevivência e a reprodução de *L. coffeella*.

Análises estatísticas

Os dados de sobrevivência do parasitóide (*Mirax* sp.) e do bicho-mineiro (*L. coffeella*) na presença e na ausência de néctar do trigo mourisco foram submetidos à análise de sobrevivência, baseado no modelo de Weibull. A variável resposta foi a proporção de sobreviventes em função da variável explicativa tempo (dias) e co-variáveis tratamento (trigo e controle). A utilização da distribuição de Weibull possibilita a estimativa da trajetória dos parâmetros: tempo médio para morte do modelo (μ) e a forma da curva (α = parâmetro de forma) de acordo com o modelo $Y = e^{-\mu^{-\alpha}t^{\alpha}}$, onde y é a variável explicativa, e é o logaritmo natural e t é o tempo em dias.

A reprodução de *L. coffeella* foi estimada através da análise de adaptabilidade “fitness” que leva em consideração os valores obtidos para a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) conforme o modelo $r_m = \ln(R_0)/T$, onde R_0 é a taxa de reprodução líquida e T é o tempo médio de gerações (Carey 1993).

O r_m foi comparado entre os tratamentos através do método Jackknife, conforme descrito por Maia et al. (2000). As análises foram realizadas no programa estatístico R (R Development Core Team, 2006) com $p < 0,05$.

Resultados

Fêmeas e machos de *Mirax* sp. (Figura 1) e de *L. coffeella* (Figura 2) sobreviveram por um período maior, quando foram alimentados com néctar de trigo mourisco do que na ausência do néctar.

Houve diferença significativa na taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) de *L. coffeella*, quando alimentado com néctar de trigo mourisco ($r_m = 0,49$) ou na sua ausência ($r_m = 1,17$) ($F_{1,58} = 64,117$; $P = 5,95e-11$) (Figura 3).

Discussão

A utilização de trigo mourisco favorece o parasitóide *Mirax* sp. e desfavorece o bicho-mineiro. Isto ocorre baseado principalmente nos dados de adaptabilidade, já que *L. coffeella* apresentou maior r_m quando não teve acesso ao néctar de trigo mourisco. O menor período de pré-oviposição quando *L. coffeella* não teve acesso ao néctar de trigo mourisco (1,6 dias na ausência e 3,1 dias na presença do trigo) favoreceu o aumento na taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m). Isso pode ser explicado pelo fato de *L. coffeella* não necessitar de fontes de alimentos para a reprodução

A presença de néctar do trigo mourisco aumentou a probabilidade de adultos de *Mirax* sp., sobreviverem por mais tempo em cafeeiro associados a esta planta. Isto ocorre porque a alimentação à base de açúcares é indispensável à sobrevivência de parasitóides como o *Mirax* sp. (Stapel et al., 1997; Idris & Grafius, 1995). Além disso, o consumo do néctar e pólen pode aumentar a taxa de parasitoidismo (Jevis et al., 1996; Wackers, 2001; Rahat et al., 2005).

A sobrevivência do bicho-mineiro, *L. coffeella*, foi maior na presença do néctar do trigo mourisco. Ao contrário do esperado *L. coffeella* apresentou maior taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) na ausência do néctar do trigo mourisco que na presença do néctar do trigo mourisco; o esperado é que não houvesse diferença, pois *L. coffeella* não necessita de fontes de alimentos para reprodução (Parra, 1985). Se a sobrevivência de *L. coffeella* fosse utilizada isoladamente como variável indicadora de desempenho reprodutivo, esse herbívoro se beneficiaria da presença do néctar do trigo mourisco. No entanto, com a taxa intrínseca de crescimento maior na ausência do néctar do trigo mourisco, haverá maior número de gerações de *L. coffeella* do que na presença do néctar do trigo mourisco. Dessa forma, néctar de trigo mourisco prejudica o desempenho reprodutivo do bicho-mineiro. Possivelmente a interferência negativa na taxa intrínseca pode ser devido à composição nutricional do néctar do trigo mourisco, pois néctares de várias plantas são inacessíveis aos lepidópteros devido a composição química e à concentração de açúcares presentes (Baggen et al., 1999, Parra, 1991).

Como o néctar do trigo mourisco aumentou a sobrevivência de fêmeas e de machos do parasitóide *Mirax* sp, pode-se inferir que em campo, quando alimentadas por essa fonte de alimento, fêmeas desse parasitóide atacam um maior número de hospedeiros como consequência de sua maior longevidade. Futuros trabalhos deverão ser realizados com o objetivo de conhecer qual é o estágio de *L. coffeella* que é atacado pelo parasitóide e quanto do potencial de parasitoidismo é aumentado pela adição do néctar de trigo mourisco como alimento a adultos de *Mirax* sp.

Literatura citada

- Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, 36: 561-586.
- Baggen, L.R., Gurr, G.M., Meats, A. 1999. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 91: 155-161.
- Barbosa, P. 1998. Conservation biological control. Academic Press, San Diego. 1988. 396 p.
- Carey, J.R. 1993. Applied demography for biologist with special emphasis on insects. Oxford University Press, New York, 206p.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4: 107-116.
- Idris, A.B., Grafius, E. 1995. Wildflower as nectar sources for *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Environmental Entomology*, 24: 1726-1735.
- Irvin, N.A., Wratten, S.D., Chapman, R.B., Frampton, C.M. 1999. Effects of floral resources on fitness of the leafroller parasitoid (*Dolichogenidea tasmanica*) in apples. *Proceeding of the New Zealand plant protection conference*, 52: 84-88.
- Jevis, M.A., Kidd, N.A.C., Heimpel, G.E. 1996. Parasitoid adult feeding behavior and biocontrol. *Bicontrol News*, 17: 11-26.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review Entomology*, 45: 175-2001.
- Lavandero, B., Wratten, S., Shishehbor, P., Worner, S. 2005. Enhancing the effectiveness of the parasitoid *Diadegma semiclausum* (hele): Movement after use of nectar in the field. *Biological control*, 34: 152-158.

- Maia, A.H.N., Luiz, A.J.B., Campanhola, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, 93: 511-518.
- Parra, J.R.P. 1985. Biologia comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guerin- Meneville, 1842) (Lepdoptera, Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, 29: 45-76.
- Parra, J.R.P. 1991. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: Panizzi, A.R., Parra, J.P.R. (eds). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, p. 9-65.
- Rahat, S, Gurr, G.M., Wratten, S.D., Jianhua, M., Neeson, R. 2005. Effect of plant netars on adult longevity of the stinkbug parasitoid, *trissolcus basalis*. *International Journal of pest Management*, 51: 321-324.
- Reis Jr, R., Lima, E.R., Vilela, E.F., Barros, R.S. 2000. Method for maintenance of coffee leaves in vitro for mass rearing of *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonettidae). *Anais Sociedade Entomológica do Brasil*, 29: 849-845.
- Reis, P.R., Souza, J.C. 1996. Manejo integrado do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), e seu reflexo na produção de café. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 25: 77-82.
- Reis, P.R., Souza, J.C., Venzon, M. 2002. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, 23: 83-99.
- Stapel, M.J., Cortesero, A.M., Moraes, C.M., Tumlinson, J.H., Lewis, W.J. 1997. Extrafloral nectar, honeydew, and sucrose effects on searching behavior and efficiency of *Mircoplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *Environmental Entomology*, 26: 617-623.

Wackers, F.L. 2001. A comparison of nectar- and honeydew sugars with respect to their utilization by the hymenoptera parasitoid *Cotesia glomerata*. *Journal insect Physiology*, 47: 1077-1084.

Wratten, S.D., Berndt, L., Gurr, G., Tylianakis, J., Fernando, P., Didham, R. 2002. Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. In: proceedings of the first international Symposium on biological control of arthropods, Honolulu, Hawaii.

Figuras

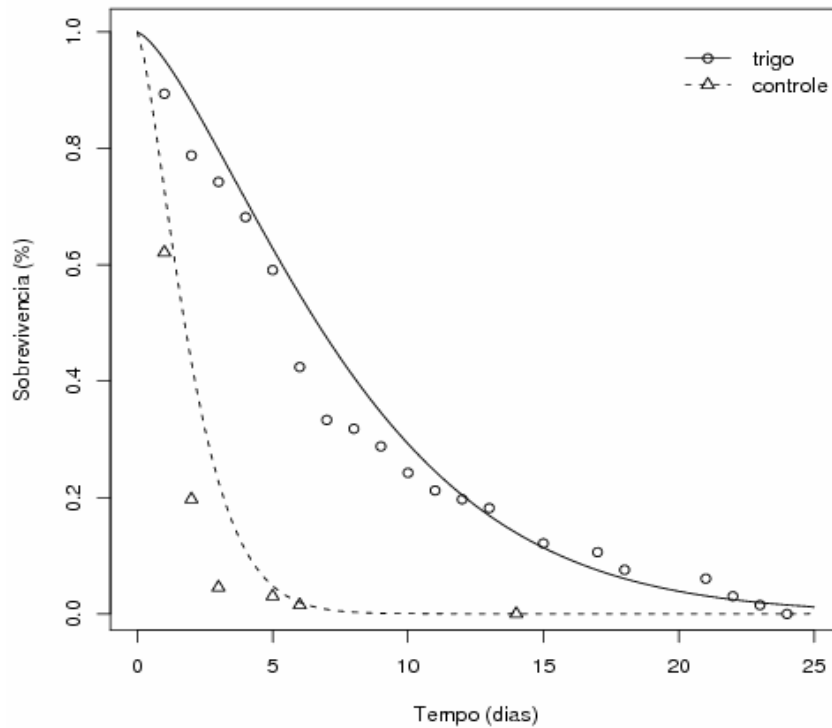


Figura 1. Curvas de sobrevivência dos adultos de *Mirax* sp. alimentados com néctar de trigo mourisco e na ausência do néctar (controle). As curvas foram analisadas pelo modelo de Weibull. Controle $Y = e^{-2,26^{-1,40} x^{1,40}}$, Trigo $Y = e^{-8,62^{-1,40} x^{1,40}}$ Houve diferença significativa entre as curvas de sobrevivência de *Mirax* sp. na presença do néctar do trigo mourisco e na ausência do néctar ($\chi^2 = 78,42$, GL = 1, P = $8,33e^{-19}$).

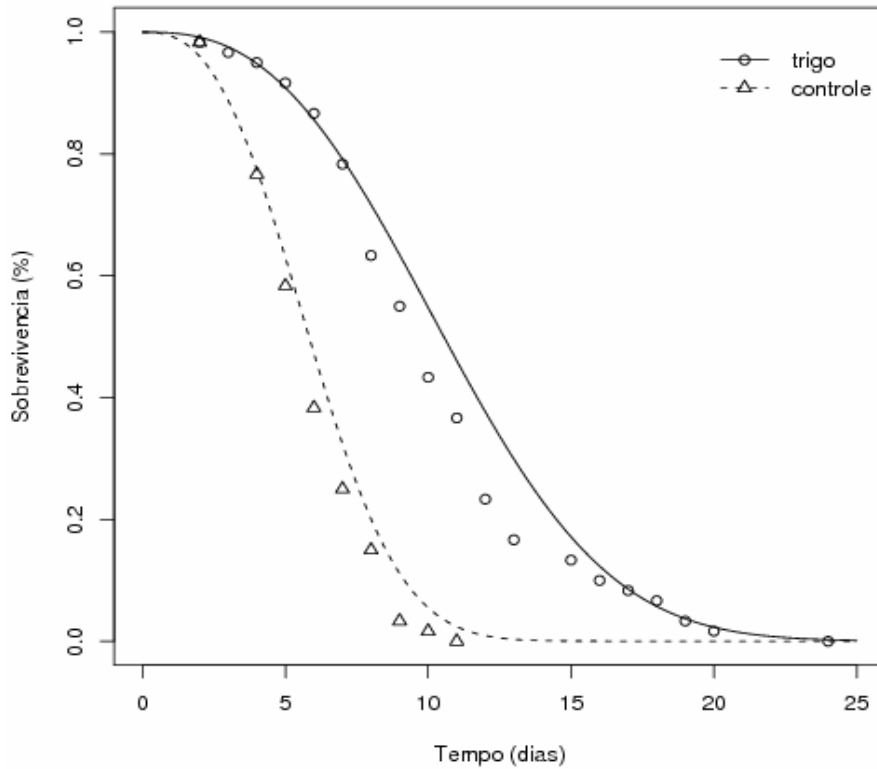


Figura 2. Curvas de sobrevivência dos adultos de *L. coffeella* alimentados com néctar trigo mourisco e na ausência do néctar (controle). As curvas foram analisadas pelo modelo de Weibull. Controle $Y = e^{-6,69^{-2,65} x^{2,65}}$, Tratamento $Y = e^{-12,10^{-2,65} x^{2,65}}$ Houve diferença significativa entre as curvas de sobrevivência de *L. coffeella* na presença do néctar do trigo mourisco e na ausência do néctar ($\chi^2 = 60,82$, GL = 1, P = $6,2e^{-15}$).

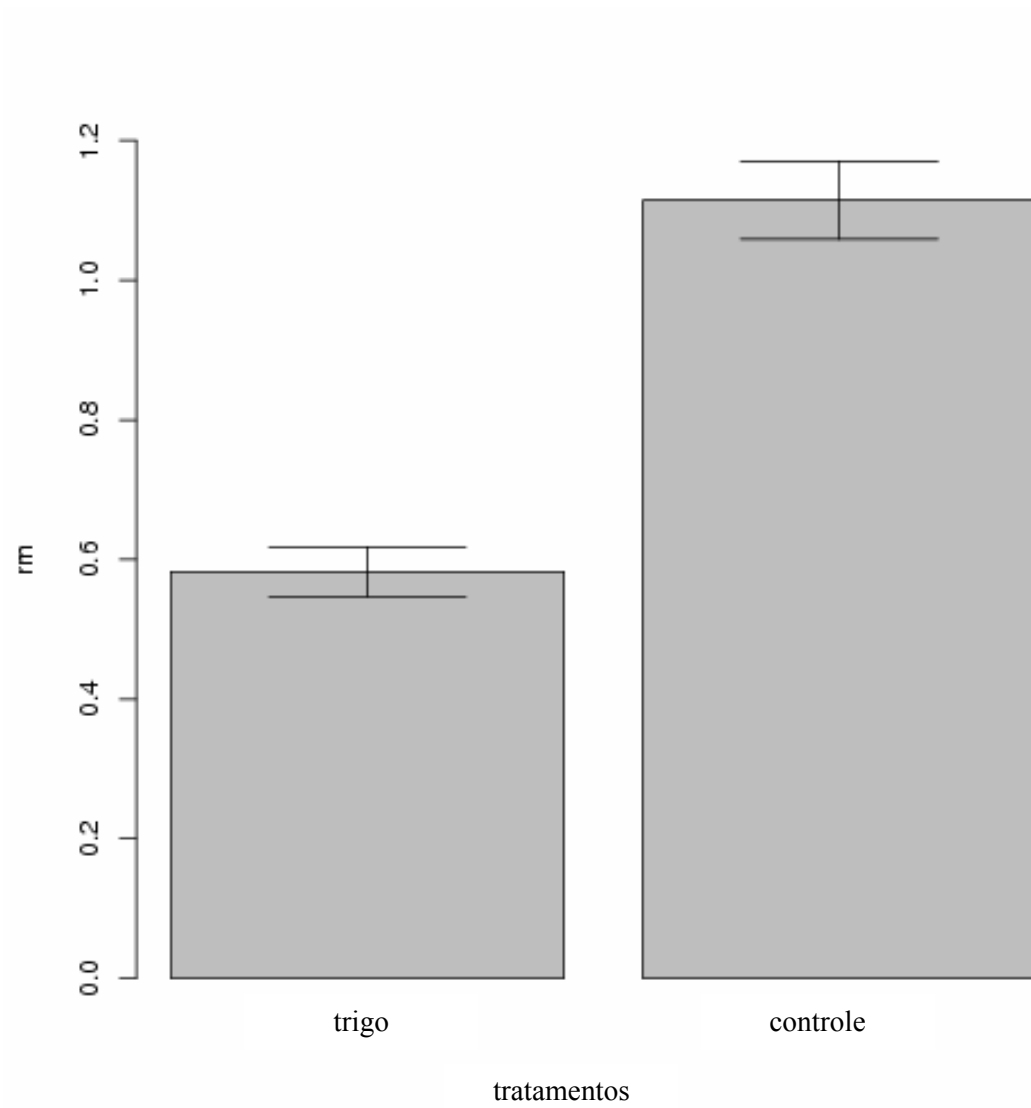


Figura 3. Taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) de *L. coffeella* na presença do néctar de trigo mourisco e na ausência do néctar ($F_{1,58} = 64,117$; $P = 5,954^{e-11}$).

Conclusões Gerais

O néctar floral do trigo mourisco e o néctar extrafloral da mamona aumentaram a sobrevivência de larvas e adultos do predador *C. externa*, evidenciando a importância de fontes de carboidrato na dieta desse predador. As larvas de *C. externa* sobreviveram mais na presença do néctar do trigo mourisco que na presença do néctar extrafloral da mamona. No entanto, a sobrevivência dos adultos na presença de néctar de trigo mourisco e na presença de néctar extrafloral da mamona foi semelhante, mostrando que as exigências nutricionais podem ser diferentes em cada estágio de desenvolvimento dos predadores.

O néctar do trigo mourisco fornecido juntamente com o pólen de crotalária aumentou a sobrevivência de *C. externa*, porém o sucesso reprodutivo foi semelhante quando o predador se alimentou somente de pólen ou com pólen e néctar em uma mesma dieta.

O néctar do trigo mourisco aumentou a sobrevivência do parasitóide *Mirax* sp. e do bicho-mineiro *L. coffeella*. Há de se considerar que o néctar de trigo mourisco não aumentou o crescimento populacional do bicho-mineiro.

O trigo mourisco, a mamona e a crotalária tem potencial de uso no controle biológico conservativo do bicho mineiro do cafeeiro.