

PREFERÊNCIA ALIMENTAR E ESTRATÉGIAS DE ALIMENTAÇÃO EM COCCINELLIDAE (COLEOPTERA)

Camila Fediuk de Castro Guedes

Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera (Insecta), Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Caixa Postal 19030, Curitiba, PR, Brasil.
E-mail: camifc@yahoo.com

RESUMO

Este artigo busca organizar uma síntese sobre os hábitos e estratégias alimentares apresentadas pelos Coccinellidae. A família é heterogênea no que diz respeito ao comportamento alimentar, podendo ser dividida em três grupos principais de acordo com sua especialização: predadores, fitófagos e micófagos. Os coccinelídeos predadores são subdivididos de acordo com o status taxonômico das suas presas preferenciais: acarófagos, afidófagos e coccidófagos. Já os fitófagos são subdivididos em: filófagos, os quais se alimentam exclusivamente de folhas, hastes ou outras partes das plantas e polenófagos. A frugivoria em coccinelídeos parece ser rara, mas já foi documentada para algumas espécies. Tanto as larvas como os adultos dos coccinelídeos predadores podem consumir uma enorme gama de alimentos e muitas espécies são consideradas polífagas. A polifagia é geralmente observada como uma estratégia de emergência quando o alimento preferencial encontra-se escasso. Os coccinelídeos apresentam uma vasta gama de tipos de alimentos preferenciais, os quais abrangem diferentes reinos e níveis tróficos. O conhecimento dos hábitos alimentares, mesmo das espécies mais comuns, ainda é restrito, tornando uma tarefa difícil discutir as especializações alimentares de cada tribo. Vista a enorme gama de espécies com grande potencial para atuar como agentes de controle biológico, especialmente de pragas de importância agrícola, faz-se necessário intensificar os estudos relacionados à biologia, ao comportamento e à filogenia.

Palavras-chave: fitófago; hábitos alimentares; micófago; predador.

ABSTRACT

FOOD PREFERENCE AND FEEDING STRATEGIES IN COCCINELLIDAE (COLEOPTERA). This article aims to organize a synthesis about the feeding preference and feeding strategies presented by the Coccinellidae. The family is heterogeneous with regard to eating behavior and it can be divided into three main groups: predators, phytophagous and mycophagous. The predators coccinellids are subdivided according to the taxonomic status of their preferred prey: mite feeders, aphidophagous and coccidophagous. The phytophagous are subdivided into: phyllophagous, which feed exclusively on leaves, stems or other plant parts and polenophagous. The frugivory in coccinellids appears to be rare, but has been documented for some species. Both larvae and adults of predators coccinellids can consume an enormous range of food and many species are considered polyphagous. The polyphagy is usually observed as an emergency strategy when the preferred food is scarce. The coccinellids exhibit a wide range of preferred food types, which cover different kingdoms and trophic levels. The knowledge of feeding habits, even of the most common species, is still restrict, making a difficult task to discuss the food specialties of each tribe. Due to the huge range of species with great potential to act as biological control agents, especially of pests of agricultural importance, it is necessary to intensify the studies related to biology, behavior and phylogeny.

Key words: feeding habits; micophagous; phytophagous; predator.

INTRODUÇÃO

A família Coccinellidae (Coleoptera) compreende um diverso grupo de besouros distribuídos mundialmente. São em geral pequenos, medindo de 1mm a 18mm, com as fêmeas geralmente maiores do que os machos.

Apresentam como autapomorfias a forma dorsal do corpo extremamente convexa e ventralmente plana, cabeça encoberta pelo pronoto, antenas com 9-11 artículos (dos quais os 3-6 últimos em forma de clava) e tarsos com 4 artículos, raramente 3 (Kusnetsov 1997, Slipinski 2007, Almeida & Ribeiro-Costa 2009, Roy *et al.* 2011).

A família conta com mais de 6.000 espécies descritas, distribuídas em 360 gêneros (Vandenberg 2002) e aproximadamente 2.000 são da região Neotropical (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). São divididos em sete subfamílias: Coccidullinae, Coccinellinae, Scymninae, Ortaliinae, Chilocorinae, Sticholotidinae e Epilachninae (Kóvař 1996). Contudo, ainda não existe um consenso sobre essa classificação (Hodek & Honek 1996, Vandenberg 2002, Slipinski 2007, Giorgi *et al.* 2009, Hodek *et al.* 2012).

Os coccinélídeos são notadamente conhecidos como predadores de pulgões e de outros insetos fitófagos, sendo por isso utilizados no controle biológico de pragas agrícolas (Gordon 1985, Majerus & Kearns 1989). De fato, o primeiro caso de controle biológico bem sucedido envolveu a introdução da espécie *Rodolia cardinalis* (Mulsant) para controlar *Icerya purchasi* Maskell (Heteroptera, Margarodidae), em plantas de *Citrus* na Califórnia durante o final da década de 1880 (Caltagirone & Doult 1989). Tanto as larvas quanto os adultos possuem uma grande voracidade e atividade de busca por alimento e ocupam todos os ambientes de suas presas (Hodek 1973). A maioria das espécies são benéficas ao homem devido ao seu hábito predador, porém algumas são prejudiciais, como no caso das espécies fitófagas, as quais podem causar danos à agricultura (Hagen 1962).

Apesar do grande interesse dos estudos de estratégias de alimentação e de preferências alimentares em Coccinellidae, estes estudos limitam-se a espécies de potencial interesse econômico (Slipinski 2007). Levando este cenário em consideração, busca-se através deste artigo organizar uma síntese da extensa literatura que trata sobre os hábitos e estratégias alimentares apresentadas pelos Coccinellidae de modo que as informações sejam mais bem apresentadas de forma clara e concisa introduzindo o leitor a este vasto campo do conhecimento.

A família é bastante heterogênea no que diz respeito ao comportamento alimentar. A evolução do hábito alimentar em Coccinellidae inclui transições que atravessam reinos (Plantae, Animalia e Fungi) e níveis tróficos (herbívoros e carnívoros primários) (Sutherland & Parrella 2009). Dentre o grupo de predadores, a preferência alimentar também varia. A maioria das principais presas pertence à ordem Hemiptera (subordem Sternorrhyncha), como afídeos, cochonilhas, mosca branca e psilídeos (Hodek & Honek 2009, Obrycki *et al.* 2009). Porém existem registros de

alguns coccinélídeos alimentando-se de formigas (Hymenoptera: Formicidae) (Harris 1921, Pope & Lawrence 1990, Samways *et al.* 1997, Majerus *et al.* 2007), e também ácaros, como por exemplo, os representantes da tribo Stethorini que predam Tetranychidae (Biddinger *et al.* 2009).

Os coccinélídeos em geral consomem o mesmo tipo de alimento durante o estágio larval e a fase adulta (Majerus 1994, Hodek 1996, Hodek & Honek 1996, Vandenberg 2002, Hodek *et al.* 2012), e via de regra, as fêmeas consomem mais alimento do que os machos (Chazeau 1985, Hodek & Honek 1996, Biddinger *et al.* 2009). Indiretamente, a fêmea seleciona as primeiras refeições para sua prole ovipositando no mesmo local onde estiver alimentando-se (Seagraves 2009). O desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução da maioria das espécies de Coccinellidae dependem da quantidade e qualidade de presas ingeridas. Quando as larvas e os adultos alimentam-se de um tipo diferente de alimento, mesmo sendo diferentes espécies da mesma presa, seu processo de desenvolvimento normal é interrompido, podendo haver alteração no ciclo e nas taxas reprodutivas (Kusnetsov 1997), além disso, a seleção do alimento depende da preferência do adulto por determinados habitats (Hodek & Honek 1996).

O consumo total de alimento bem como o tamanho do indivíduo geralmente é determinado durante o 4º e último instar larval. Muitas vezes, a larva de 4º instar consome maior quantidade de alimentos do que o próprio adulto (Hodek & Honek 1996, Hodek *et al.* 2012). A duração dos ínstaros larvais pode ser influenciada pela temperatura, porém, a quantidade e a qualidade do alimento são fatores mais importantes no seu desenvolvimento (Castro *et al.* 2011).

Iperti (1999) observou que a identificação, especialmente em campo, dos coccinélídeos pode ser feita através de caracteres como tamanho, forma e pilosidade, os quais são suficientes para o reconhecimento de sua preferência trófica. Seriam três grupos: os coccinélídeos grandes, 3-9mm, os quais são glabros; os pequenos, <3mm, os quais são pubescentes, e os muito pequenos, <2mm. Esses três grupos representam 60%, 39% e 1% das espécies, respectivamente. Também é possível, algumas vezes, identificar o tipo de alimentação do coccinélídeo através da coloração dos élitros. Por exemplo, na Europa, as espécies afidófagas apresentam o élitro com coloração vermelha brilhante, amarela ou alaranjada e constituem

cerca de 65% das espécies da família. Já as espécies coccidófagas possuem coloração escura e representam 25% das espécies. As espécies micófagas são castanho-claras, esbranquiçadas ou amareladas e representam cerca de 8% das espécies.

De um modo geral, pode-se dividir a família Coccinellidae de acordo com seu hábito alimentar, como podemos observar na Tabela 1.

Tabela 1. Divisão geral da família Coccinellidae de acordo com seu hábito alimentar.
Table 1. General division of the family Coccinellidae according to its diet.

| Tribo | Alimento |
|----------------|--|
| Aspidimerini | Afídeos |
| Azyini | Diaspidinae |
| Cheilomenini | Afídeos, coccídeos e Aleyrodidae |
| Chilocorini | Coccídeos e afídeos |
| Coccidulini | Coccídeos |
| Coccinellini | Afídeos, psilídeos e Chrysomelidae |
| Epilachnini | Plantas |
| Exoplectrini | <i>Icerya</i> e outras espécies relacionadas |
| Hippodamiini | Afídeos |
| Hyperaspini | Coccídeos |
| Microweiseini | Diaspidinae |
| Noviini | <i>Icerya</i> e outras espécies relacionadas |
| Ortaliini | Psilídeos |
| Pharini | Diaspidinae |
| Platynaspini | Afídeos |
| Psylloborini | Fungos |
| Rhyzobiini | Diaspidinae, Coccinae e Lecaniinae |
| Scymnillini | Aleyrodidae |
| Scymnini | Coccídeos e afídeos |
| Serangiini | Aleyrodidae |
| Stethorini | Ácaros fitófagos |
| Sticholotini | Coccídeos e Diaspidinae |
| Sukunahikonini | Coccídeos e Diaspidinae |
| Synonychini | Afídeos |
| Telsimiini | Coccídeos e Diaspidinae |
| Veraniini | Afídeos e plantas |

Fonte: Balduf 1935, Hodek 1973, Hodek & Honek 1996, Almeida & Ribeiro-Costa 2009.

Um exato quadro da relação dos coccinélídeos com o alimento pode ser obtido somente através de um estudo sistemático das espécies. Dessa forma, várias especializações tornam-se evidentes. Por exemplo, dentro da tribo Coccinellini, a qual possui predominantemente insetos afidófagos, existem também espécies não predadoras, como a fitófaga

Bulaea lichatschovi (Hummel) (Savoiskaya 1970) e a micófaga *Tytthaspis sedecimpunctata* (Linnaeus) (Turian 1969). Dentro da mesma tribo existem ainda espécies que são especializadas em estágios imaturos de outros Coleoptera, como *Aiolocaria Crotch* (Kusnetsov 1997), *Calvia quindecimguttata* (Fabricius) (Kanervo 1940) e *Coccinella hieroglyphica* Linnaeus (Hippa *et al.* 1984), as quais se alimentam de estágios imaturos de Chrysomelidae. Os coccinélídeos podem ser divididos em três grupos principais de acordo com sua especialização alimentar: predadores, fitófagos e micófagos (Hodek & Honek 1996, Kusnetsov 1997, Vandenberg 2002, Slipinski 2007, Giorgi *et al.* 2009), e são apresentados mais detalhadamente a seguir.

1. PREDADORES

As espécies predadoras apresentam grande atividade de busca, além de serem muito vorazes, caracterizando-as como eficientes predadores, principalmente de afídeos (Hodek 1973). A presença de predadores que exercem controle biológico dos insetos de importância agrícola é indispensável como fator de equilíbrio dinâmico nos agroecossistemas, pois minimiza a necessidade de intervenção humana no seu controle, auxiliando na regulação da população de insetos-praga em muitas culturas (Obrycki & Kring 1998).

Os recursos alimentares utilizados pelos coccinélídeos predadores dependem muito da abundância da presa disponível no ambiente onde vivem (Dixon 2000). Em geral, essas espécies depositam seus ovos na superfície ventral das folhas, próximo às suas presas. As espécies afidófagas depositam os ovos em grupos de 10-100, enquanto as coccidófagas ovipositam posturas menores ou com ovos isolados (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). A diferença na atividade predatória entre machos e fêmeas em Coccinellidae é amplamente relatada, contudo ainda não foi detalhadamente estudada (Hemptonne *et al.* 1996; Dixon 2000). Diferenças no comportamento predatório são esperadas, visto que machos e fêmeas possuem diferentes estratégias de histórias de vida (Hemptonne *et al.* 1996). As fêmeas precisam obter energia suficiente para se manterem, para procurar locais adequados para oviposição, para a produção de ovos e para ovipositar o máximo de número de ovos possíveis (Sipos *et al.* 2012). Isso significa que as

fêmeas precisam gastar mais tempo forrageando por afídeos, visto que os machos só precisam se manter e procurar parceiras reprodutivas (Sipos *et al.* 2012). As fêmeas procuram mais ativamente em baixas quantidades de afídeos do que os machos, isso sugere que as elas são melhor adaptadas para procurar ou para procurar mais intensivamente por presas do que os machos (Hemptonne *et al.* 1996, Sipos *et al.* 2012).

Segundo Rana *et al.* (2002), os predadores, em geral, são mais adaptados a explorar sua presa preferencial, indicando que a preferência pela dieta representa uma mudança evolutiva. Assim, a qualidade nutricional do alimento é um fator importante na estratégia dos predadores. Porém, se ocorre escassez ou falta de sua presa preferencial, eles utilizam outros recursos, mostrando que os predadores podem se tornar adaptáveis para explorar presas menos palatáveis ou de pior qualidade nutricional.

Entre os coccinélídeos predadores não ocorrem grandes variações quanto à sua morfologia, tanto das larvas quanto dos adultos, porém em algumas características essas espécies diferem, estando relacionadas ao seu modo de vida (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). O tamanho e a forma dos palpos maxilares, assim como a presença e o número de sensilas receptivas no seu ápice, parecem influenciar a velocidade e a eficiência da procura do alimento. Por exemplo, as espécies predadoras de afídeos devem responder mais rapidamente à presença de sua presa, enquanto as espécies coccidófagas ou mesmo fitófagas não têm essa necessidade, já que seu alimento pode ser localizado mais facilmente em razão do seu tamanho e inércia (Barbier *et al.* 1996).

Com base no tipo morfológico da mandíbula apresentada pelas espécies é possível reconhecer o tipo de alimento utilizado pelo inseto. Os predadores apresentam as mandíbulas com um ou dois dentes agudos apicais. Em geral, nos predadores de coccídeos, o dente apical é muito afilado e serve para cortar e retirar a carapaça endurecida que cobre a presa (Samways & Wilson 1988, Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Em algumas espécies, a margem interna do dente é acompanhada por uma cavidade, de maneira que quando o ápice afilado perfura a presa, o alimento é dirigido para a abertura bucal. Além disso, esses predadores geralmente injetam na presa uma enzima digestiva para acelerar a digestão do alimento e para isso utilizam esse mesmo dente afilado e o canal que funciona como uma agulha intradérmica. Todo esse

aparato também servirá para a sucção do alimento previamente digerido (Almeida & Ribeiro-Costa 2009).

PRESA

Sternorrhyncha, subordem de Hemiptera, é dividida em quatro grupos: Aphidoidea, Psylloidea, Aleyrodoidea e Coccoidea (Gullan & Cook 2007). As três famílias de Aphidoidea são alimentos essenciais para alguns coccinélídeos predadores. Os afídeos são a principal presa da maioria dos Coccinellini (Slipinski 2007), Platynaspini (Sasaji 1971, Slipinski 2007) e Aspidimerini (Poorani 2001). Para os Scymnini, os afídeos são a fonte primária de alimento para a maioria das espécies do gênero *Scymnus* Kugelann (Gordon 1976).

Psylloidea são alimentos preferenciais para alguns Coccinellini (Hodek & Honek 2009), assim como para algumas espécies de *Calvia* Mulsant (Gordon 1985) e *Olla* Casey (Michaud 2001); contudo, esses predadores também se reproduzem alimentando-se com afídeos. A psilofagia também foi observada para *Ortalia ochracea* Weise (Samways *et al.* 1997) e *Eupalea reinhardti* Crotch (Ferreira & Almeida 2000).

Aleyrodidae são as presas preferidas de Serangiini (Sticholotidinae). Dois importantes predadores da mosca-branca (*Bemisia*) são *Serangium parcesetosum* Sicard (Al-Zyoud & Sengonca 2004), *Delphastus pusillus* (LeConte) (González & López-Ávila 1998) e *Delphastus catalinae* (Horn) (Simmons *et al.* 2008). Dentro de Scymninae, o gênero *Zilus* Mulsant (Scymnellini) e *Nephaspis* Casey (Scymnini) também se alimentam principalmente de mosca-branca (Gordon 1985, 1994). A espécie *Stethorus minutulus* Gordon & Chapin também já foi observada predando *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) em algodoeiro em São Paulo, Brasil (Silva & Bonani 2008).

A maioria dos Scymninae, Chilocorinae, Sticholotidinae e Coccidulinae predam Coccoidea. Apesar de os Diaspididae serem as presas mais exploradas (Drea & Gordon 1990), várias outras famílias de Coccoidea são representadas por espécies de presas conhecidas, incluindo Asterolecaniidae, Cerococcidae, Coccidae, Dactylopiidae, Eriococcidae, Kermesidae, Margarodidae, Monophlebidae, Ortheziidae e Pseudococcidae (Slipinski 2007). Representantes de outra superfamília, Pentatomoidea, larvas e adultos de *Synona melanaria* (Mulsant) (Coccinellini) alimentam-se de ovos e ninfas de várias espécies de *Coptosoma*

(Laporte) (Heteroptera: Plataspidae) (Afroze & Uddin 1998, Poorani *et al.* 2008).

Dentre os Coccinellidae predadores existem relativamente poucos que predam animais de outras ordens. A grande variação ocorre em Stethorini (Scymninae) os quais predam ácaros e falsos ácaros (Acari: Tetranychidae e Tenuipalpidae) (Biddinger *et al.* 2009), os únicos não-insetos utilizados regularmente como presas essenciais pelos coccinelídeos (Gordon 1985).

Dentre os Coccinellidae, cinco subfamílias incluem espécies mirmecófagas: Scymninae, Ortaliinae, Chilocorinae, Coccinellinae e Coccidulinae (Vantaux *et al.* 2012). As formigas representam um grupo incomum de presas utilizadas por poucos coccinelídeos, como *Bucolus fourneti* Mulsant (Coccidulini) (Slipinski 2007), *Ortalia ochracea* Weise e *Ortalia pallens* Mulsant (Ortaliini) (Harris 1921, Samways *et al.* 1997, Majerus *et al.* 2007) e *Scymnodes bellus* Pope & Lawrence (Scymnini) (Pope & Lawrence 1990).

Seis espécies de Coccinellini (Coccinellinae) foram registradas como especialistas em estágios imaturos de Chrysomelidae (Coleoptera): *Aiolocaria hexaspilota* (Hope) (Savoiskaya 1970), *Calvia quindecimguttata* (Kanervo), *Coccinella hieroglyphica* (Hippa *et al.* 1984), *Oenopia conglobata* (Linnaeus) (Kanervo 1946), *Propylea quatuordecimpunctata* Linnaeus (Iablokoff-Khuzorian 1982) e *Neoharmonia venusta* (Melsheimer) (Whitehead & Duffield 1982). Além disso, larvas de Diptera, Lepidoptera e Thysanoptera também são predadas por algumas espécies de coccinelídeos (Evans 2009).

A interpolação de dados da biogeografia das principais presas de Coccinellidae, afídeos e coccídeos, fornece dados sobre sua distribuição. Zonas temperadas são caracterizadas por abundância de afídeos e as áreas de pastagens nessas regiões apresentam espécies das subfamílias Coccidulinae e Coccinellinae (como *Coccinella* spp. e *Adalia* spp.). Já áreas com florestas de coníferas nessas zonas temperadas apresentam outros gêneros de Coccinellinae, como *Anatis* Mulsant, *Myrrha* Mulsant e *Myzia* Mulsant. Em contraste, zonas tropicais na África Central, América do Sul, Índia e China, onde Coccidae são abundantes, são dominadas por coccinelídeos das tribos Chilocorini, como *Chilocorus* Leach, *Exochomus* Redtenbacher, *Brumus* Mulsant

e Coccidulini (Roy *et al.* 2011).

Os coccinelídeos predadores são subdivididos de acordo com os status taxonômicos das suas presas preferenciais: 1) acarófagos; 2) afidófagos e 3) coccidófagos. Essas subdivisões são convencionais, dado que várias espécies alimentam-se de diferentes presas, como afídeos e coccídeos, porém geralmente apresentam preferência por uma delas.

1.1. Acarófagos

Alguns dos coccinelídeos predadores alimentam-se de ácaros. Algumas espécies podem consumi-los apenas ocasionalmente. As aproximadamente 90 espécies distribuídas mundialmente da tribo Stethorini Dobzhansky (gêneros *Stethorus* Weise e *Parastethorus* Pang & Mao) são as únicas citadas como predadoras de ácaros dentro da família (Vandenberg 2002, Roy *et al.* 2005, Biddinger *et al.* 2009). Espécies e/ou gêneros de coccinelídeos afidófagos e micófagos como *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, *Coleomegilla maculata* (De Geer), *Harmonia axyridis* (Pallas), *Olla abdominalis* (Say), *Adalia* Mulsant, *Eriopis* (Mulsant), *Scymnus* e *Psyllobora* Chevrolat alimentam-se de ácaros, porém essa presa não permite a reprodução dessas espécies. Por essa razão elas não são consideradas predadoras primárias de ácaros (McMurtry *et al.* 1970, Hodek & Honek 1996, Biddinger *et al.* 2009).

Dentro de Stethorini, tanto as larvas quanto os adultos de *Stethorus* e *Parastethorus* são especialistas em ácaros (Tetranychidae) e os relacionados Tenuipalpidae, os quais são conhecidos como falsos ácaros. Cada fêmea pode consumir de 30-60 ácaros por dia (Biddinger *et al.* 2009). Dentro da tribo foram relatadas que 40% das espécies atacam ácaros de importância econômica (Chazeau 1985). Muitas dessas espécies são consideradas como ótimos agentes de controle biológico principalmente devido à sua voracidade. Seu grau de adaptação e eficiência em controlar populações de ácaros varia conforme a espécie e as condições ambientais (Ragkou *et al.* 2004). Outras razões pelas quais esses insetos são considerados bons agentes de controle são o longo tempo de vida dos adultos, a habilidade dos adultos de rapidamente migrarem para as culturas e a habilidade de alimentarem-se de outras fontes de alimento até que as populações de ácaros sejam relativamente altas nas plantações (Biddinger *et al.* 2009).

O melhor caso documentado e de maior sucesso de controle biológico envolvendo Stethorini é o de *Stethorus punctum* (LeConte) para controlar ácaros em pomares de maçãs e pêssegos nos EUA durante a década de 70. O programa reduziu a utilização de acaricidas permitindo a economia de cerca de US\$20 milhões durante 25 anos (Chazeau 1985, Biddinger *et al.* 2009). A espécie *Stethorus nigripes* Kapur foi introduzida na Califórnia, EUA, na década de 70 para controlar ácaros de plantações de amêndoas (Hoy & Smith 1982). McMurtry & Johnson (1966) observaram *Stethorus picipes* Casey, 1899 controlando populações do ácaro do abacate *Oligonychus punicae* (Hirst, 1926) antes que os danos à produção se tornassem severos.

Porém, um impacto negativo envolveu a introdução acidental de *Stethorus punctillum* (Weise) da Europa para a América do Norte, o que desalojou completamente a espécie nativa *S. punctum* em pomares de frutas em um período de 20 anos (Putman & Herne 1966). No Québec, *S. punctillum* tem sido a única espécie encontrada em pomares de maçãs e framboesa nos últimos 15 anos. Nos pomares da Pensilvânia, *S. punctum* tem sido encontrado, mas a prevalência é de *S. punctillum* (Biddinger *et al.* 2009).

A maioria das espécies de Stethorini não ovipositam enquanto as populações de ácaros não estão relativamente altas. As larvas geralmente não consomem o ácaro inteiro, ao invés disso, elas furam repetidamente os ovos dos ácaros ou os estágios ativos e absorvem o líquido da presa deixando o exoesqueleto vazio (Houck 1991, Biddinger *et al.* 2009). A maioria das espécies dessa tribo alimenta-se de diversas espécies de ácaros, porém algumas espécies são mais especializadas que outras e alguns ácaros são menos adequados do que outros. Por exemplo, *S. punctillum* e *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) não se alimentam e não se reproduzem com ácaros do gênero *Bryobia* (Putman 1955).

Segundo Congdon *et al.* (1993) a descoberta pelas espécies de Stethorini de raros e pequenos caminhos feitos pelas suas presas foi o elemento chave nas suas interações naturais com os ácaros ao longo da sua história evolutiva. Os métodos utilizados pelos adultos de Stethorini para encontrar as populações de ácaros ainda são pouco compreendidos, porém algumas evidências apontam para a combinação da utilização dos órgãos visuais e olfativos. Já as larvas detectam suas presas geralmente através do tato (McMurtry *et al.* 1970).

Apesar de serem considerados predadores especialistas, muitas espécies dessa tribo atuam como generalistas e são capazes de dispersar diversas plantas e se alimentar de múltiplas espécies de ácaros. Infelizmente ainda é pequeno o conhecimento a respeito dos coccinelídeos acarófagos, especialmente sobre a interação deles com seu meio ambiente. A clara contribuição dos Stethorini para regular as populações de ácaros ainda não é possível devido ao que o intenso manejo das culturas provoca nos predadores naturais de ácaros. O papel atual e potencial dos Stethorini, especialmente como agentes de controle biológico, pode ser reforçado com o aumento dos estudos de comportamento dessas espécies (Biddinger *et al.* 2009).

1.2. Afidófagos

Os afídeos são a fonte primária de alimento para a maioria dos membros da subfamília Coccinellinae (Slipinski 2007). Na América do Norte, membros da subfamília Coccinellinae são tipicamente afidófagos (Vandenberg 2002). Nos Estados Unidos, porém, espécies do gênero *Neoharmonia* Crotch, considerados tipicamente afidófagos, já foram encontrados alimentando-se de ovos e larvas de Chrysomelidae (Whitehead & Duffield 1982). Nas Américas Central e do Sul, as mesmas espécies alimentam-se de crisomelídeos nativos, sugerindo que estes seriam a preferência alimentar mais comum para o gênero (Vandenberg 2002).

Além de Coccinellini, o hábito exclusivamente afidófago também aparece em outras tribos, como Coccidulini (*Coccidula* Kugelann), Aspidimerini (*Aspidimerus* Mulsant), todos os representantes de Platynaspidini e Scymnini (*Scymnus*) (Giorgi *et al.* 2009). Algumas espécies do gênero *Exochomus* também são inclusas no grupo dos afidófagos (Kusnetsov 1997).

As espécies de coccinelídeos afidófagas, tanto no estágio larval quanto no adulto são geralmente bem sincronizadas com as populações de afídeos e muito sensíveis às mudanças de densidades das presas e por essa razão são considerados mais eficientes como inimigos naturais do que as espécies predadoras que atuam somente como larvas ou como adultos (Hagen & Van den Bosch 1968, Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Os predadores tendem a subir em direção à luz, no ápice das plantas, demonstrando assim um geotropismo negativo. Como os afídeos apresentam um comportamento similar, ocorre o encontro presa-

predador. Adultos e larvas de coccinelídeos caminham sobre as nervuras das folhas das plantas, local também utilizado pelas suas presas ao se alimentar (Almeida & Ribeiro-Costa 2009).

Pouco se conhece sobre o mecanismo como os coccinelídeos localizam suas presas. Algumas espécies são atraídas pelos voláteis das plantas colonizadas pelos afídeos, como é o caso de *Anatis ocellata* (Linnaeus) que é atraída pelos voláteis de *Pinus* sp. quando os afídeos estão presentes (Kesten 1969, Almeida & Ribeiro-Costa 2009). O mecanismo de alimentação nas espécies afidófagas evolui digestão extra-oral. Geralmente, larvas dos primeiros instares perfuram suas presas e injetam líquidos digestivos antes de sugar partes do corpo e abandonar o esqueleto vazio. Já as larvas dos últimos instares e os adultos, além de sugar partes do corpo, também mastigam o exoesqueleto, geralmente consumindo o afídeo todo (Hagen 1962).

Espécies do gênero *Adalia*, *Oenopia* Mulsant e *Calvia* são associadas com afídeos arbóreos. Os gêneros *Anatis*, *Myzia* e *Myrrha* predam principalmente afídeos de coníferas. Muitos afidófagos, como *Hippodamia* Dejean, *Adonia* Mulsant, *Anisosticta* Dejean, *Semiadalia* Crotch e *Ceratomegilla* Crotch alimentam-se de afídeos que são pragas de vegetação herbácea (Kusnetsov 1997).

Embora ainda sejam poucos os estudos de campo com Coccinellidae que mostram a competição intraguilda, observações em laboratório indicam que algumas espécies de afidófagos apresentam melhor desempenho se puderem explorar outro tipo de alimento que não os afídeos. Estudos do comportamento de canibalismo e predação intraguilda são utilizados em bioensaios para avaliação do possível impacto das espécies exóticas sobre as nativas (Burgio *et al.* 2002, Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Esse é o caso, por exemplo, de *H. axyridis*, que tem se mostrado um forte competidor intraguilda (Dixon 2000, Burgio *et al.* 2002, Castro *et al.* 2011).

Várias espécies vêm sendo comercializadas com o intuito de atuarem como agentes de controle biológico, como por exemplo, *Hippodamia convergens*, *Harmonia axyridis*, *Adalia bipunctata* (Linnaeus), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) (Obrycki *et al.* 2009). Existem diversos casos bem sucedidos de controle biológico de afídeos por espécies de Coccinellidae. É o caso de *Aphis gossypii* Glover e *Aphis glycines* Matsumura, principalmente na América do Norte, e envolveram diversas espécies de Coccinellidae, como

H. convergens, *C. maculata*, *H. axyridis* e *C. septempunctata*. A presença dessas espécies diminuiu a quantidade de inseticida nas culturas de algodão e soja ao diminuir as populações de afídeos em cerca de 85% (Obrycki *et al.* 2009). No Brasil, *H. axyridis* tem controlado populações do pulgão-gigante-do-pínus *Cinara altantica* (Wilson) e *Cinara pinivora* (Wilson), desde a introdução acidental desse coccinelídeo em 2002 (Castro *et al.* 2011).

Pelo fato dos coccinelídeos serem grandes predadores de afídeos, especialmente das espécies pragas, são fundamentais para a comunidade de predadores que regulam a dinâmica das populações de fitófagos. Contudo, o desenvolvimento de táticas de manejo adequadas é necessário para permitir um maior sucesso de controle (Lundgren 2009a, 2009b). Reduções nas populações de afídeos podem ocorrer em períodos específicos durante uma infestação. Por exemplo, a predação pelos coccinelídeos pode diminuir o crescimento de uma população de afídeos no começo da estação ou reduzir as densidades de afídeos durante uma fase crítica de desenvolvimento da planta (Obrycki *et al.* 2009).

Na maioria das condições naturais, os Coccinellidae possuem taxas de crescimento mais baixas do que as populações de afídeos, o que permite a esses afídeos escaparem da regulação da população (Dixon 2000). Um aspecto da biologia dos coccinelídeos afidófagos que pode balancear sua relativa baixa taxa de crescimento é sua mobilidade e habilidade de se agregar rapidamente às populações de afídeos (Obrycki *et al.* 2009). Os coccinelídeos afidófagos podem ter pouco efeito a longo prazo em uma dinâmica populacional de afídeos, porém esses predadores reduzem as densidades de afídeos durante um período da produção agrícola, contribuindo com o manejo das populações pragas de afídeos (Kindlmann *et al.* 2007).

1.3. Coccidófagos

Dentro da família, existem cinco tribos que se alimentam de representantes da superfamília Coccoidea (Hemiptera, Sternorrhyncha): Scymnini, Hyperaspini, Chilacorini, Noviini e Coccidulini. As espécies mais representativas pertencem ao gênero *Chilocorus*, o qual apresenta aproximadamente 80 espécies e está distribuído nas regiões Afrotropical, Oriental e Paleártica, sendo suas espécies economicamente importantes e amplamente estudadas

por apresentarem grande potencial como agentes de controle biológico de diversas espécies de cochonilhas (Korschefsky 1932, Kusnetsov 1997, Slipinski 2007). As espécies do gênero *Coleomegilla*, as quais preferem um clima mais úmido, estão frequentemente associadas com vegetação aquática. Nas plantações agrícolas estes insetos são frequentes dentro de folhas da planta do milho, alimentando-se de pólen, afídeos, ácaros e ovos ou larvas de outros besouros e mariposas (Vandenberg 2002).

Os Coccinellidae coccidófagos são mais especializados do que os afidófagos. A maioria dessas espécies alimenta-se de uma ou no máximo duas famílias. Elas podem ainda ser restritas a espécies de um único gênero ou vários gêneros próximos (Kusnetsov 1997). *Rodolia limbata* (Blackburn), representante da tribo Noviini, é um predador especializado de espécies da família Margarodidae (Kusnetsov 1997). A maioria das espécies da tribo Hyperaspini alimenta-se de Coccidae e Margarodidae (Savoiskaya 1983). Algumas espécies do gênero *Scymnus* e *Nephus* Mulsant também se alimentam de cochonilhas. Porém, as relações tróficas da tribo Scyminini ainda são pouco estudadas (Kusnetsov 1997).

Diversas espécies de coccinelídeos têm sido utilizadas no controle biológico de cochonilhas. Espécies de gênero *Exochomus* têm sido introduzidas em diversos países para atuarem como agentes de controle biológico de coccídeos. Nos EUA, das 10 espécies que foram introduzidas, três atuam como agentes de controle (Gordon 1985). *Curinus coeruleus* (Mulsant) espécie encontrada inicialmente na região Neotropical foi importada do México e introduzida no Havaí em 1922, para o controle biológico de *Nipaecoccus nipae* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) (Waterhouse & Norris 1987). Por ser um inseto ativo na procura por suas presas teve sucesso em seu estabelecimento, sendo encontrado ocasionalmente associado com espécies de Diaspididae, Aleyrodidae e Aphididae (Hemiptera) (Follett & Roderick 1996). No Havaí, seus níveis populacionais aumentaram com a introdução de *Heteropsylla cubana* Crawford (Hemiptera: Psyllidae), praga de *Leucaena leucocephala* (Lam.) (Leguminosae), tornando-se um grande predador desta espécie de hemíptero (Takara *et al.* 1990).

Os coccinelídeos constituem os principais predadores de cochonilhas encontradas em citros. Tanto larvas e adultos atacam ovos, ninfas e cochonilhas

adultas. Dentre esses coccinelídeos destaca-se *Pentilia egena* (Mulsant), principal predador das cochonilhas de carapaça *Mytilococcus beckii* (Newman), *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret), *P. minor* Mask. e *Chrysomphalus ficus* Ashmead (Gravena & Fornasieri 1979). Já a espécie *Coccidophilus citricola* Brèthes alimenta-se da cochonilha-da-carapaça (Hemiptera, Diaspididae), que são muito comuns em pomares de citros brasileiros. Essa espécie é um importante agente no controle de *Diaspis echinocacti* (Bouché), em Pernambuco. Tanto a larva quanto o adulto de *C. citricola* apresentam mandíbulas simétricas, robustas e pontiagudas. Nas larvas, a mola é pouco projetada e ocorre um retináculo afilado, e nos adultos a região molar não apresenta dentes e nem retináculo (Silva *et al.* 2005).

Um comportamento interessante apresentado por muitos coccidófagos é que eles depositam um único ovo abaixo da carapaça da cochonilha ou dentro de uma galha e a larva desenvolve-se alimentando-se das presas contidas nesse ambiente. Porém, muitas vezes mais de uma cochonilha é necessária para seu desenvolvimento completo. *Hyperaspis vinciguerrae* Capra (Hafez & El-Ziady 1952) e *Hyperaspis delicata* Almeida & Vitorino apresentam este tipo de comportamento, depositando apenas um único ovo dentro da galha produzida por *Tectococcus ovatus* Hempel (Hemiptera: Eriococcidae), na qual vivem muitas ninfas alimentando-se de *Psidium cattleianum* Sabine (araçazeiro) (Almeida & Vitorino 1997).

Apesar do recente aumento de trabalhos realizados com coccinelídeos micófagos, esse é um grupo pouco compreendido se comparado com outras espécies entomófagas. Tentar determinar quão importante eles podem ser, especialmente na questão da utilização dessas espécies em estratégias alternativas de manejo é um desafio, porém um trabalho que deve ser explorado.

2. FITÓFAGOS

Segundo Giorgi *et al.* (2009), os coccinelídeos fitófagos são subdivididos em: filófagos, que se alimentam exclusivamente de folhas, hastes ou outras partes das plantas, e polenófagos. Os representantes da subfamília Epilachninae seguem uma dieta exclusivamente fitófaga, alimentando-se primeiramente de parênquima. Os Epilachnini alimentam-se de Aristolochiaceae, Curcubitaceae, Solanaceae (Gordon

1975), Berberidaceae, Asteraceae, Poaceae e Fabaceae (Vandenberg 2002). Para os Cynegetini existem relatos de se alimentarem apenas de Fabaceae (Kuznetsov 1997).

Esta subfamília está distribuída pelo mundo todo, porém é mais diversa nos trópicos. Existem diversas espécies consideradas pragas de culturas variadas, como a espécie *Epilachna varivestis* Mulsant, que é bem conhecida da cultura de alfafa na parte oriental dos Estados Unidos. A espécie nativa da América do Norte, *Epilachna borealis* (Fabricius), é uma praga da cultura de abóbora e outras plantações associadas (Vandenberg 2002). Na região Sul do Brasil são relativamente comuns as espécies de *Epilachna paenulata* (Germar), *Epilachna spreta* (Mulsant) e *Epilachna cacica* (Guèrin), que usam como recurso alimentar folhas de espécies cultivadas em hortas como *Curcubita pepo* Linnaeus (aboboreira), *Sechium edule* Sw (chuchuzeiro) e de *Cucumis sativus* Linnaeus (pepineiro) (Araújo-Siqueira & Almeida 2004). Na Rússia existem quatro espécies de fitófagos: *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky), *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* (Linnaeus) e *Epilachna chinensis* (Weise), das quais a primeira é relatada como praga de batatas, pepinos e tomates (Kusnetsov 1997).

Fora Epilachninae, o hábito fitófago já foi relatado para *Bulaea lichatschovi* (Coccinellinae: Tytthaspidini) (Savoiskaya 1970). *Coleomegilla*, *Micraspis* Dejean e *Harmonia* Mulsant já foram observadas alimentando-se de tecido vegetal (Giorgi *et al.* 2009). Moser *et al.* (2008) demonstraram que as larvas de *Coleomegilla* e *Harmonia* ingerem pequenas quantidades de material vegetal mesmo na presença abundante de presas.

Em relação à preferência dos fitófagos com as suas plantas hospedeiras, ainda existem pouquíssimos estudos. No Japão, *Epilachna vigintioctomaculata* Motschulsky prefere as plantas da batata e suas larvas não conseguem se desenvolver em folhas de berinjela, já para *E. sparsa orientalis* Dieki, as duas plantas são fontes essenciais de alimento (Iwao 1954). No Brasil, as espécies de *Epilachna* Chevrolat alimentam-se de várias curcubitáceas e solanáceas mostrando clara preferência por determinadas espécies. Por exemplo, o caso de *Epilachna paenulata*, que não conseguiu completar seu desenvolvimento quando alimentada com pepino, indica que o alimento não é apropriado para esta

espécie (Marinoni & Ribeiro-Costa 1987).

As pupas das espécies fitófagas são menos protegidas do que as demais, e permanecem com a exúvia do 4º instar apenas na região posterior do corpo, a qual se prende ao substrato (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Nas espécies fitófagas, as mandíbulas apresentam uma série de dentes apicais, geralmente cinco, os quais servem para raspar o parênquima das folhas das quais se alimentam. Essas espécies apresentam um comportamento muito interessante que é o de demarcar a região da folha aonde vão se alimentar, cortando com as mandíbulas cada um dos vasos que nutrem a planta. Nesse caso ocorre interrupção da condução da seiva, impedindo que haja uma reação da planta, introduzindo, por exemplo, uma substância tóxica no trato alimentar do inseto (Almeida & Marinoni 1986, Araújo-Siqueira & Almeida 2004, Almeida & Ribeiro-Costa 2009).

Existem diferenças no tubo digestivo dos fitófagos quando comparado com o dos predadores. Nos fitófagos o tubo digestivo é maior, podendo ter até o dobro do comprimento daqueles (Pradham 1936, 1939). Isso demonstra a necessidade das espécies fitófagas processarem grande quantidade de alimento de baixa qualidade, do qual elas assimilam apenas 23% do conteúdo de energia, enquanto as espécies predadoras processam pequenas quantidades de alimento com alta qualidade, o qual é assimilado em 77%. De maneira geral, as espécies fitófagas demoram mais tempo para se desenvolver, fato que tem sido atribuído também à baixa qualidade de alimento (Almeida & Ribeiro-Costa 2009).

Alguns casos de fitofagia foram erroneamente relatados, provavelmente como resultado de erro do observador. Para alguns, a fitofagia pode representar uma forma de aquisição de líquidos como, por exemplo, em coccinelídeos adultos que se alimentam de folhas jovens na primavera, período no qual acabaram de emergir da dormência, reduzindo assim a perda de líquidos no corpo (Hodek & Honek 1996). Esse comportamento foi observado para *Coccinella septempunctata* (Brassler 1930).

2.1. POLINIVORIA

Um dos alimentos “não-presas” mais nutritivos consumidos pelos coccinelídeos é o pólen (Lundgren, 2009b). Assim como o honeydew e o néctar, o pólen constitui um alimento signficante, se não essencial, para muitos Coccinellidae (Hodek 1973, Lundgren

2009a, 2009b). Em suma, no mínimo 39 espécies de coccinelídeos entomófagos já foram observadas consumindo mais de 88 espécies de pólen em condições de laboratório e campo (Lundgren 2009a, 2009b).

Os coccinelídeos predadores, de maneira geral, podem se alimentar eventualmente de pólen, o qual possibilita sua sobrevivência quando o alimento não está disponível, podendo aumentar o volume de reservas para o período de inverno e ainda melhorar seu desempenho, mesmo quando o alimento preferencial encontra-se disponível (Hagen 1962, Hemptinne & Desprets 1986). Tanto o pólen quanto o néctar são geralmente suficientes nutricionalmente para a sobrevivência de um coccinelídeo, porém não suficiente para o desenvolvimento larval ou a reprodução (Slipinski 2007, Kusnetsov 1997, Lundgren 2009a). Mais tarde, quando seu alimento preferencial encontra-se disponível, os insetos tornam-se reprodutivamente ativos (Hemptinne & Desprets 1986).

Espécies da tribo Bulaeini, as quais vivem principalmente na Ásia central e parte da Rússia, são os principais representantes de polinívoros (Kusnetsov 1997). A espécie *Bulaea lichatschovi* é uma espécie considerada predominantemente, se não exclusivamente, polinívora, com larvas e adultos com preferência pelo pólen de *Tamarix*, *Euphorbia*, *Artemisia*, *Eurotia* e *Atriplex* (Capra 1947, Savoiskaya 1970, Hodek & Honek 1996). A polinivoria vem sido registrada para diversas espécies de Coccinellidae como, por exemplo, para *Hippodamia tredecimpunctata* (Linnaeus), *Anisosticta novemdecimpunctata* (Linnaeus), *Exochomus flavipes* Thunberg, *Coccinella undecimpunctata* Linnaeus (Hodek & Honek 1996), *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus) (Yinon 1969) *Coccinella septempunctata*, *Coccinulla quatuordecimpustulata* (Linnaeus) (Savoiskaya 1970), *Anatis ocellata* (Allen *et al.* 1970) e *Chilocorus kuwanae* Silvestri (Giorgi *et al.* 2009). Já a espécie *Stethorus vagans* Blackburn dobrou sua longevidade com a adição de pólen em sua dieta, porém não houve oviposição (Biddinger *et al.* 2009).

Para algumas espécies de Coccinellini no Hemisfério Norte, o pólen é essencial ou a principal fonte de alimento (Slipinski 2007). Espécies de *Coleomegilla* e *Micraspis* alimentam-se extensivamente de pólen (Omkar 2006, Lundgren 2009a) e estão entre as raras espécies essencialmente predadoras capazes de completar seu ciclo de vida

alimentando-se somente de pólen (Vandenberg 2002, Lundgren *et al.* 2004, Lundgren 2009a). *Coleomegilla maculata* é capaz de completar seu ciclo alimentando-se de pólen de várias plantas como *Zea mays* Linnaeus, 1778, *Betula populifolia* Marshall, 1785, *Cannabis sativa* Linnaeus, 1778 e *Carpinus caroliniana* Walter, com o mesmo sucesso de quando se alimenta com afídeos (Smith 1961). Claramente, a polinivoria contribuiu para a dispersão dessa espécie em tantos habitats ao redor do mundo (Ludgren 2009b). O polén de diferentes plantas possuem diferentes composições como, por exemplo, o pólen de *Pinus*, o qual contém muito menos proteína do que outros pólenes utilizados e, portanto, não é adequado como alimento para os coccinelídeos (Smith 1961).

A combinação de dietas é provavelmente regra para muitas espécies de Coccinellini. Ricci (1982) apresenta dados morfológicos e biológicos interessantíssimos para *Tytthaspis sedecimpunctata*, mostrando como larvas desta espécie podem coletar e processar pólen e esporos ao mesmo tempo. Anderson (1982) observou que a espécie *Illeis galbula* (Mulsant) e *Leptothea galbula* (Mulsant), as quais se alimentam principalmente de fungos, suplementam sua dieta com pólen de *Acacia* ou *Ligustrum*. O mesmo hábito alimentar, alternando afídeos (*Rhopalosiphum padi* Linnaeus), conídios (*Oidium*, *Alternaria* e *Cladosporium*), esporos (*Puccinia*) e pólen (*Gramineae* e *Mercurialis annua*) foi observado para *Rhyzobius litura* (Fabricius) (Ricci 1986).

A polinivoria pode apresentar outros desafios para as larvas. Alguns ambientes naturais podem não fornecer água disponível para complementar a dieta seca. Larvas de muitas espécies utilizam a digestão extra-oral, o que implica em injetar enzimas hidrolíticas em suas presas e sugar os componentes corporais liquefeitos (Hagen 1962). Nessas espécies, a estrutura das peças bucais (especialmente a prosteca e a denteção mandibular) podem ser pouco desenvolvidas para a ingestão de partículas muito secas de comida (Samways *et al.* 1997, Giorgi *et al.* 2009). Por exemplo, as larvas das espécies *Tytthaspis sedecimpunctata* e *Tytthaspis trilineata* (Weise) possuem na margem ventral da mandíbula de 20 a 22 processos espinhosos em forma de pente pra a coleta de pólen de *Lolium perene* Linnaeus e *Lolium multiflorum* Linnaeus e esporos de *Alternaria* sp. (Ricci 1982).

3. MICÓFAGOS

Dentro de Coccinellidae, a micofagia pode ser vista como uma condição derivada e foi apenas relatada para Coccinellinae (Giorgi *et al.* 2009). Os esporos de no mínimo 17 gêneros de fungos já foram encontrados nos tubos digestivos de coccinelídeos (Lundgren 2009b). O principal grupo de coccinelídeos micófagos está frequentemente separado dentro da tribo Halyziini (=Psylloborini) e do gênero *Tytthaspis* (Tytthaspidini) (Turian 1969, Sutherland & Parrella 2009). Além de possuírem adaptações morfológicas das peças bucais (Samways *et al.* 1997), esses grupos são únicos dentre os coccinelídeos por possuírem larvas micófagas (Hodek 1973, Gordon 1985, Samways *et al.* 1997, Sutherland & Parrella 2009).

A tribo Halyziini inclui espécies dos gêneros *Psyllobora*, *Halyzia* Mulsant, *Thea* Mulsant, *Vibidia* Mulsant e *Illeis* Mulsant, as quais já foram erroneamente tratadas como predadoras (Hodek & Honek 1996, Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Todas as espécies deste grupo alimentam-se de conídios e hifas de fungos (Ascomycotina: Erisyphales) (Gordon 1985). A maior diversidade deste grupo encontra-se nos trópicos.

No Brasil, onde o gênero *Psyllobora* é representado por 17 espécies (Almeida 1985), tanto *Psyllobora hybrida* Mulsant, 1850 quanto *Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801) foram observadas alimentando-se em *Microsphaera caricae* (Maublanc) Hansford (Lima 1931). Na Turquia e na Califórnia foram registradas 57 e 26 espécies de plantas, respectivamente, as quais servem de hospedeiras para fungos consumidos por *Psyllobora* (Sutherland & Parrella 2009).

Ainda existem poucos estudos em relação à especificidade das espécies micófagas. Segundo a literatura, as espécies de Halyziini parecem aceitar a maioria das espécies de fungos como alimento (Sutherland & Parrella 2009). *Tytthaspis sedecimpunctata* foi estudada por Turian (1969) e não apresentou especificidade. Já *Psyllobora gratiosa* Mader parece ter preferência por *Oidium* sp., o qual ocorre em *Hydrangea hortensis*, planta ornamental comum na região Sul do Brasil (Almeida & Milléo 1998).

O hábito micófago apresentado por essas espécies é aparentemente facilitado por uma morfologia mandibular única. Nesses insetos, a mandíbula apresenta uma estrutura denominada prosteca que é

formada por uma série de dentes afilados, formando uma espécie de pente, o qual durante alimentação é introduzido nas hifas dos fungos arrancando-as e levando-as à abertura bucal. Da mesma forma que a mandíbula, as maxilas e principalmente os palpos maxilares têm papel fundamental na alimentação e no reconhecimento do fungo (Nakamura 1985, Almeida & Milléo 1998). Essas estruturas ajudam os insetos a juntar os esporos que crescem na superfície da folha (Samways *et al.* 1997).

Os coccinelídeos micófagos são usados como agentes de controle biológico de patógenos ao redor do mundo. Dentre eles destaca-se o gênero *Psyllobora*, que inclui várias espécies atuando como agentes de controle biológico de fungos em cultivos em vários países. No Brasil, já foi registrada a presença de *P. confluens* em plantas de pinhão-rosa, *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), infectadas com oídio em Alagoas. Esse mesmo coccinelídeo foi encontrado alimentando-se do fungo em cultivos de couve adjacentes a plantas de quiabeiro no Estado do Rio de Janeiro e também em São Paulo (Santos-Cividanes & Cividanes 2009). A ocorrência desse gênero de hábito micófago no quiabeiro durante o período de infestação de *Erysiphe cichoracearum* De Candolle evidencia a importância da espécie como agente natural de controle desse patógeno.

O controle integrado entre as espécies de Halyziini consumidoras de fungos e fungicidas compatíveis parece ser a melhor metodologia a ser utilizada. Esse tipo de programa poderia incluir o aumento e a conservação desses inimigos naturais nativos como consumidores e possíveis indicadores de áreas de infecção (Sutherland & Parrella 2009).

4. FRUGÍVOROS

As frutas são uma boa fonte de simples carboidratos e não é incomum encontrar coccinelídeos alimentando-se de frutas danificadas. A frugivoria em coccinelídeos parece ser rara, mas já foi documentada para algumas espécies como *Coccinella septempunctata* e *Adalia bipunctata* (Hodek & Honek 1996). Porém, coccinelídeos frugívoros nunca foram considerados um problema de grande importância para agricultura econômica (Galvan *et al.* 2008).

Para *Coccinella septempunctata*, Suchý (1991) observou os adultos alimentando-se de peras e pêssegos no outono, período no qual alguns besouros

acumulam reservas para a época de dormência. Já *Adalia bipunctata* foi observada alimentando-se de cerejas e ameixas. Em condições de laboratório, fornecer frutas pode aumentar a longevidade de alguns coccinelídeos. Por exemplo, uvas passas, acompanhadas de néctar de pêssego, pode melhorar a sobrevivência de *Stethorus punctillum* (Putman 1955, Ludgren 2009b). Outro exemplo é *Anatis ocellata*, que consumiu bananas como parte da sua dieta em laboratório (Kesten 1969).

A espécie *Harmonia axyridis* tem sido observada alimentando-se de frutas, como maçãs, uvas, pêssegos, ameixas, peras, abóboras e framboesas na América do Norte (Koch *et al.* 2004, Kovach 2004). Para algumas das frutas estudadas até o momento, ainda é incerto se *H. axyridis* está causando danos primários, danificando suas cascas, ou está se alimentando das frutas já danificadas. Em Minnesota, nos Estados Unidos, adultos de *H. axyridis* não causaram danos às uvas, maçãs ou abóboras, mas danificaram framboesas (Koch *et al.* 2004), porém, em Ohio, adultos de *H. axyridis* danificaram maçãs, pêssegos e uvas (Kovach 2004). Segundo Castro (2010), em condições de laboratório, *H. axyridis* pode alimentar-se de uvas, peras e maçãs, porém os insetos não conseguem se reproduzir com uma dieta somente à base de frutas.

A fruta é uma fonte rica em carboidratos, representando para as espécies uma estratégia de alimentação, quando o alimento preferencial torna-se escasso e em períodos antes do inverno. A preferência por determinadas frutas e cultivares pode ser explicada pela concentração de açúcares e acidez (porcentagem de ácido málico); os insetos geralmente preferem frutas com maiores concentrações. A rigidez das cascas das frutas também parece ser um aspecto importante na escolha, pois os insetos geralmente escolhem as frutas com cascas menos rígidas, o que pode facilitar a introdução das mandíbulas dos insetos nas frutas (Koch *et al.* 2004, Castro 2010).

5. POLÍFAGOS

Este é o termo usado para os coccinelídeos que se alimentam de uma variedade de alimentos. É geralmente observado como uma estratégia de emergência quando o alimento preferencial encontra-se escasso. Tanto as larvas como os adultos dos coccinelídeos predadores podem consumir uma enorme gama de alimentos e muitas espécies são consideradas

polífagas ficando difícil determinar para alguns grupos uma correta relação entre predador e presa (Hodek 1973). Espécies polífagas podem ter uma grande importância no uso do controle integrado de pragas, pois podem ser mais facilmente produzidas em massa com dietas artificiais, ou ainda, seu número aumenta consideravelmente no campo com fontes alternativas de alimento (Hodek & Honek 1996).

Na Rússia a espécie *Ailocaria hexaspilota* alimenta-se de ovos, larva e pupas de *Gastrolina depressa* Baly. e *Gastrolina peltoidea* Gebl. (Coleoptera, Chrysomelidae). Porém, quando introduzida na Georgia, Estados Unidos, essa espécie desenvolveu-se em condições de laboratório em estágios iniciais de *Melasoma populi* Linnaeus e *Agelastica alni* Linnaeus (Coleoptera, Chrysomelidae). Algumas espécies de afidófagos podem alimentar-se de estágios iniciais de *Lema oryzae* Kuw. e *Lema decemlineata* (Coleoptera, Chrysomelidae) (Kusnetsov 1997).

Tytthaspis sedecimpunctata (Ricci 1982, Ricci *et al.* 1983), *Rhyzobius litura* (Hodek & Honek 1996), *Leptothea galbula* (Anderson 1982) e *Propylea* spp. (Turian 1971) são espécies conhecidas de coccinelídeos polífagos os quais se beneficiam da ingestão de diversos tipos de alimentos (Waldbauer & Friedman 1991).

Existem diversos trabalhos que mostram a polifagia de *Coleomegilla maculata*. Essa espécie, a qual é predominantemente afidófaga, pode alimentar-se de *Tetranychus telarius* Linnaeus e completar seu desenvolvimento perfeitamente, inclusive com o mesmo tempo de quando se alimenta com afídeos (Putman 1957). *Coleomegilla maculata* pode também se alimentar, completar seu ciclo e reproduzir-se com *Metatetranychus ulmi* (Koch) e *Pulvinaria vitis* (Linnaeus) (Putman 1957, Hodek & Honek 1996). Ela preda também ovos de diversas pragas e, por esse motivo, tem sido bastante estudada e utilizada para controlar populações de *Heliothis virescens* (Fabricius) (Ables *et al.* 1978), *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Risch *et al.* 1982) e *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Hodek & Honek 1996).

Outra espécie bastante conhecida em relação à sua polifagia é *Harmonia axyridis*. Essa espécie é capaz de consumir mais de 77 espécies de presas diferentes, encontradas em cerca de 85 espécies de plantas em 35 famílias. Suas presas incluem afídeos, coccídeos, psilídeos, além de eventualmente consumir

pólen e frutas (Koch 2003, Koch *et al.* 2006, Martins *et al.* 2009, Castro *et al.* 2011). Já *Adalia bipunctata* é capaz de alimentar-se de mais de 28 espécies de afídeos (Mills 1981) e também é capaz de desenvolver-se em dieta artificial com bastante sucesso, indicando assim sua polifagia (Hodek & Honek 1996).

A polifagia também ocorre entre alguns coccinelídeos micófagos, os quais geralmente complementam sua dieta com pólen (Anderson 1982, Ricci 1982, 1986, Ricci *et al.* 1983). O grupo com a dieta mais restrita são os Epilachninae. Até agora não existem relatos dessas espécies fitófagas alimentando-se de nada além de tecido vegetal (Giorgi *et al.* 2009).

ALIMENTO ALTERNATIVO

Existem evidências de que às vezes o alimento ingerido não é adequado para o desenvolvimento normal do inseto. Como consequência, ocorre uma redução ou inexistência da oviposição e também um aumento na mortalidade durante o desenvolvimento larval (Hodek & Honek 1996, Hodek *et al.* 2012). Isto pode ocorrer quando os coccinelídeos, especializados em certos grupos taxonômicos de presas, alimentam-se de presas pertencentes a outros grupos. Esse fato leva à distinção entre alimento 'essencial' (aqueles suficientes para o desenvolvimento larval e a oviposição) e alimento alternativo (Hodek 1973). Contudo, só é possível estabelecer se o alimento é essencial ou alternativo através de experimentos (Hodek 1962, Mills 1981, Hodek & Honek 1996, Hodek *et al.* 2012).

Larvas e adultos da espécie *Adalia bipunctata* e três espécies de *Coccinella* spp. foram observadas alimentando-se de *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae), porém nenhuma foi capaz de completar seu desenvolvimento (Putman 1964). Adultos da espécie acarófaga *Stethorus punctillum* não ovipositaram quando alimentados com afídeos e as larvas não completaram seu desenvolvimento (Hodek & Honek 1996).

A espécie afidófaga e coccidófaga *Harmonia (Leis) conformis* (Boisd.), apesar da sua considerável polifagia, não foi capaz de completar seu desenvolvimento com determinadas espécies de coccídeos e afídeos (Moursi & Kamal 1946). Já larvas e adultos de *Harmonia axyridis* foram capazes de se desenvolver quando alimentados com uvas, maçãs e peras, porém não foram observadas oviposições (Castro 2010).

Larvas de *Cycloneda sanguinea* (L.), quando alimentadas com o ácaro *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, não foram capazes de completar seu ciclo, entretanto, quando alimentadas com o afídeo *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) completaram seu ciclo, demonstrando assim ser essa sua fonte essencial de alimento (Oliveira *et al.* 2005).

Ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) também foram relatados como alimento alternativo para diversas espécies de Coccinellidae. Santos (2009) observou que *H. axyridis* é capaz de completar seu ciclo e se reproduzir normalmente, enquanto *Coleomegilla maculata* De Geer conseguiu completar seu desenvolvimento com valores próximos aos dos normais (Silva *et al.* 2010). Lixa *et al.* (2010) criaram em laboratório indivíduos de *C. maculata*, *Coleomegilla quadrifasciata* (Schönherr), *Cycloneda sanguinea*, *Eriopsis connexa* e *Hippodamia convergens* com sucesso tendo esta fonte como alimento. Ovos de outro lepidóptero, *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae) também foram utilizados para alimentar *H. axyridis*, a qual foi capaz de se desenvolver e reproduzir, inclusive alimentando-se tanto de ovos frescos quanto congelados (Reznik 2009, Abdel-Salam 2000, Abdel-Salam & Abdel-Baky 2001).

O uso de honeydew, pólen, seiva, néctar e várias espécies de fungos como alimento alternativo é muito comum entre os grupos predadores (Pembererton & Vandenberg 1993, Lundgren 2009a), assim como a exploração de recursos secundários ou menos favoráveis (Hodek 1996). Além disso, estudos mostram que espécies predadoras podem regularmente suplementar sua dieta básica com pequenas quantidades de material vegetal mesmo na presença abundante de presas e água (Moser *et al.* 2008, Lundgren *et al.* 2004).

O honeydew é uma fonte de alimento valiosa que é consumida por inúmeras espécies de coccinelídeos (Lundgren 2009b). Também, quando pouca quantidade de presa está disponível, o consumo do honeydew conjuntamente pode proporcionar uma modesta reprodução nos coccinelídeos.

Um estudo filogenético feito por Giorgi *et al.* (2009) corrobora a importância de pólen como alimento alternativo na evolução das estratégias de alimentação dos coccinelídeos predadores. Como diversos Coccinellidae entomófagos são importantes agentes de controle biológico é importante

compreender como esses predadores utilizam os alimentos alternativos, pois pode nos fornecer maiores informações se esses alimentos aumentam a performance dos insetos no campo (Obrycki & Kring 1998, Giorgi *et al.* 2009).

Nectários extraflorais também foram observados como sendo fontes alternativas de alimento para espécies de Coccinellidae. Os açúcares encontrados no néctar são facilmente digeridos, fornecem bastante energia e podem aumentar drasticamente a sobrevivência dos Coccinellidae na ausência de presas (Dreyer *et al.* 1997). Como, por exemplo, para *Harmonia (Leis) conformis* (em *Crotalia striata*) (Watson & Thompson 1933), *Stethorus punctillum* (em folhas jovens de pêssegos) (Putman 1964) e *Scymnodes lividigaster* (Mulsant) (em *Glochidion fernandi*) (Anderson 1982). Savoiskaya (1970) também cita na Ásia a alimentação em nectário de *Nitraria* e *Clematis* por *Bulaea lichatschovi*. Pemberton & Vandenberg (1993) citam 41 espécies de coccinélidos que foram observados alimentando-se de nectário extrafloral de 32 espécies de plantas. Almeida *et al.* (2011) observaram pela primeira vez uma espécie de Exoplectrini, *Exoplectra miniata* (Germar), alimentando-se de nectário extrafloral de *Inga edulis*.

O exato papel desses alimentos dentro da história natural dos coccinélidos, especialmente os predadores, ainda não é bem compreendido. Recentemente se tem discutido que esses alimentos denominados “alternativos” podem desempenhar um papel muito mais importante do que foi originalmente sugerido (Almeida *et al.* 2011). Do ponto de vista clássico, o alimento alternativo é utilizado para fornecer energia suficiente para compensar as perdas metabólicas ou então acumular reservas durante períodos de dormência (Hodek 1973, Hodek & Honek 1996, Hodek *et al.* 2012). Contudo, Lundgren (2009a) demonstrou que uma dieta complementar com açúcar melhoraria o desempenho de alguns coccinélidos predadores. Esses resultados sugerem que ao menos para algumas espécies de Coccinellidae, os alimentos ‘alternativos’ podem ser necessários para otimizar a performance do predador (Almeida *et al.* 2011).

CANIBALISMO

Indivíduos da mesma ou de diferentes espécies de Coccinellidae podem servir como fonte alternativa

de alimento na ausência de outras presas. Geralmente ovos ou indivíduos menores e de corpo mais frágil (adultos que acabaram de emergir) são consumidos. Este hábito foi observado na maioria dos trabalhos envolvendo coccinélidos e representa um dos desafios para a criação em grande escala dos mesmos (Hodek & Honek 1996). Esse comportamento é uma vantagem, pois preserva a espécie durante os períodos em que o recurso alimentar é escasso (Hawkes 1920).

Coccinella septempunctata foi capaz de completar seu ciclo de vida alimentando-se exclusivamente de seus próprios ovos, porém as larvas foram 20% menores do que quando alimentadas com afídeos (Koide 1962). *Coleomegilla maculata* também pode desenvolver-se quando se alimenta com seus próprios ovos, consumindo uma média de 76 ovos durante todo o desenvolvimento larval (Hodek & Honek 1996). Ao contrário da maioria das espécies capazes de praticar o canibalismo, *Exochomus flavipes* e *Adalia bipunctata* apresentam um desenvolvimento larval mais rápido quando consomem seus próprios ovos do que quando se alimentam com suas presas usuais (Geyer 1947, Agarwala 1991, Hodek & Honek 1996, Hodek *et al.* 2012).

A dinâmica populacional da espécie *H. axyridis* é influenciada por diversos fatores, incluindo o canibalismo (nos diversos estágios de desenvolvimento) (Osawa 1993), o qual parece ser inversamente proporcional à densidade de presas disponíveis (Burgio *et al.* 2002). Santos (2009) também observou que as larvas de 4º instar dessa espécie, alimentadas com seus próprios ovos, atingem o estágio adulto de maneira eficiente. Além dos ovos, larvas e adultos de *H. axyridis* podem também predação de larvas e ovos de outras espécies (Burgio *et al.* 2002, Michaud 2003, Santos 2009).

Canibalismo em estágios iniciais de *Stethorus* é comum em períodos de falta de alimento e quando a densidade de larvas torna-se muito alta (Chazeau 1985, Putman 1955, Biddinger *et al.* 2009). Muitas vezes, após a dispersão das larvas de 1º instar para um local onde estão os afídeos ocorre a localização de outras massas de ovos, havendo o canibalismo intraespecífico (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Segundo Osawa (1989), as fêmeas dessa espécie tendem a fazer sua postura distante da colônia de afídeos para garantir que não ocorra canibalismo por indivíduos de outro grupo de larvas.

Uma das razões para a predação de ovos é porque esses são os estágios mais nutritivos de uma

presa, principalmente por apresentam menor quantidade de água. Ainda, os ovos são mais vulneráveis do que os adultos e mais abundantes do que outros estágios (Biddinger *et al.* 2009, Lundgren 2009a). Os ovos dos coccinelídeos são utilizados como alimento por um pequeno número de predadores se comparados com ovos de insetos pragas, como algumas espécies de Lepidoptera que coexistem no mesmo habitat (Cottrell & Yeagan 1998), pois são protegidos por alcalóides (Agarwala & Yasuda 2001, Almeida & Ribeiro-Costa 2009).

O valor adaptativo do canibalismo gera diversas discussões. A razão pela qual muitas espécies, mesmo na presença de alimento, apresentam o comportamento do canibalismo é incerta. Alguns trabalhos discutem que o canibalismo não é apenas um mecanismo de sobrevivência em períodos críticos, mas sim também uma maneira de prevenir a extinção em circunstâncias em que a sobrevivência não seria possível na ausência do canibalismo (Hodek & Honek 1996). Segundo Cushing (1992), o canibalismo é um mecanismo de auto-regulação, o qual previne o crescimento exponencial da biomassa total.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da importância econômica de Coccinellidae, a família permanece até hoje cercada de uma grande discussão taxonômica. Como resultado, a classificação interna permanece instável, o que torna muito difícil interpretar os eventos evolutivos dentro da família.

Os coccinelídeos apresentam uma vasta gama de tipos de alimentos preferenciais, os quais abrangem diferentes reinos e níveis tróficos. Contudo, no processo de evolução dos hábitos alimentares ainda é incerto se a classificação taxonômica dos alimentos é o critério mais importante para determinar as relações tróficas. Alguns coccinelídeos possuem preferências alimentares bem definidas, enquanto outros, a planta hospedeira ou o habitat podem definir qual o alimento será consumido. A falta de conhecimento do alimento essencial para algumas espécies e/ou gêneros torna difícil estabelecer as relações tróficas dos grupos, podendo tornar equivocada a associação entre a distribuição geográfica, os habitats, os alimentos e os clados. Trabalhos recentes utilizando dados moleculares e categorizando os hábitos alimentares não têm corroborado a visão tradicional das relações

filogenéticas entre as subfamílias de Coccinellidae, indicando que a classificação atual não reflete completamente a evolução da família e que ainda necessita de revisão.

Conhecer as preferências alimentares dos coccinelídeos é muito importante, tanto em termo da aplicação no controle biológico de pragas agrícolas, como também considerando a importância desse grupo de alimentos na história de vida das espécies individualmente. Vale ressaltar a importância dos chamados alimentos alternativos. Enquanto os chamados alimentos essenciais permitem o desenvolvimento e a reprodução, os alternativos não são necessariamente ideais para alcançar o máximo das taxas de desenvolvimento e reprodução. Vários estudos têm mostrado que as dietas mais adequadas são aquelas em que existe a combinação de alimentos essenciais com outras fontes de alimento. A previsibilidade e confiabilidade dos programas de controle biológico serão reforçadas quando entendermos as limitações nutricionais enfrentadas pelos agentes de controle biológico, como os coccinelídeos como, por exemplo, se os recursos integrantes para sua sobrevivência e sucesso estão disponíveis nas culturas.

Muitas vezes o coccinelídeo predador é encontrado em um habitat conjuntamente com diversas outras espécies de insetos e qualquer uma delas pode servir de alimento. Portanto, esse é um dos aspectos que torna difícil estabelecer alimentos adequados ou essenciais e alternativos. Ainda são necessários muitos estudos para verificar as preferências alimentares dentro de Coccinellidae. A diferença entre alimentos essenciais e alternativos podem ser facilmente confundidos, visto a grande quantidade de espécies polífagas. Somente através de experimentos mais detalhados, juntamente com observações em campo, será possível elucidar o comportamento alimentar desses insetos.

A avaliação experimental nunca apresenta as mesmas condições de campo. O que se procura é uma reprodução mais próxima do real, portanto é importante salientar que esses experimentos podem levar a interpretações equivocadas. Geralmente em laboratório, o qual é um ambiente confinado, as presas podem ser classificadas como alimentos essenciais. Porém, em ambientes naturais, onde existe a possibilidade da fuga tornando a captura mais difícil, essas presas podem ser consumidas mais raramente. Portanto, a

combinação de experimentos em laboratório e de observações em ambientes naturais é necessária para uma mais exata classificação e distinção entre os tipos de alimentos.

Vista a enorme gama de espécies com grande potencial para atuar como agentes de controle biológico, especialmente de pragas de importância agrícola, faz-se necessário intensificar os estudos relacionados à biologia, ao comportamento e à filogenia, aumentando o entendimento tanto de parâmetros biológicos como reprodutivos. Estudar a classificação dessa família é muito importante, pois entender a distribuição das espécies dentro de grupos, esclarecendo a proximidade das espécies, com certeza facilitará o entendimento das estratégias e das preferências de alimentação.

O controle biológico é uma área importante da ciência aplicada, a qual procura através do uso de inimigos naturais minimizar danos causados por populações de insetos praga em culturas de interesse econômico. Apesar da vasta literatura a respeito dos Coccinellidae predadores no controle biológico, ainda existem poucas informações para muitas espécies desta família. Isto leva à introdução das espécies sem estudo prévio, o que pode causar o não estabelecimento da espécie no local, ou o possível desequilíbrio da entomofauna local, desalojando espécies nativas, causando o decréscimo nessas populações. Aprimorar o estudo da introdução destas espécies é fundamental para obter um sistema que funcione mais adequadamente e, só assim, será possível esclarecer as relações tritróficas que ocorrem. Porém, são necessários estudos em laboratório, com o intuito de avaliar a influência dos diversos fatores no desenvolvimento da espécie controladora em foco para sua possível introdução. Estes estudos servirão como base para o conhecimento de seu comportamento como predador e de sua preferência pela presa, que serão importantes para projetos futuros com o intuito de fortalecer a aplicação destas espécies em programas de controle biológico, obtendo assim um melhor resultado e reduzindo cada vez mais o uso de inseticidas. É importante enfatizar que o estudo destas espécies em laboratório simula determinadas condições, sendo necessário o estudo minucioso dos fatores bióticos e abióticos em campo, observando também a interação destes insetos com outros predadores ou parasitoides, formando um importante complexo de espécies para aplicação em futuros projetos de controle biológico, aumentando e comprovando a eficiência no controle de populações pragas.

AGRADECIMENTOS: Aos pesquisadores Dra. Lúcia Massutti de Almeida, Paula Batista dos Santos e Msc. Mário Luis Pessoa Guedes pela revisão do manuscrito. Este estudo contou com o apoio da CAPES e do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-SALAM, A.H. 2000. Biological and Life Table Studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) Reared on the Factitious Prey, *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3: 580-585. <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2000.580.585> .
- ABDEL-SALAM, A.H. & ABDEL-BAKY, N.F. 2001. Life table and biological studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Col., Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga cerealella* Olivier (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology*, 125: 455-462. <http://dx.doi.org/10.1046/j.14390418.2001.00574.x> .
- ABLES, J.R.; JONES, S.L. & MCCOMAS, D.W. 1978. Response of selected predator species to different densities of *Aphis gossypii* and *Heliothis virescens* eggs. *Environment Entomology*, 7: 402-404.
- AFROZE, S. & UDDIN, S. 1998. Bioecology of *Synia melanaria* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) predating on *Coptosoma ostensum* Distant. *Journal of Entomological Research*, 22: 329-336.
- AGARWALA, B.K. 1991. Why do ladybirds (Coleoptera, Coccinellidae) cannibalize? *Journal of Biosciences*, 16: 103-109. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02703362> .
- AGARWALA, B.K. & YASUDA, H. 2001. Overlapping oviposition and chemical defense of eggs in two co-occurring species of ladybird predators of aphids. *Journal of Ethology*, 19: 47-53. <http://dx.doi.org/10.1007/s101640170017> .
- ALLEN, D.C.; KNIGHT, F.B. & FOLTZ, J.L. 1970. Invertebrate predators of the jach-pine budworm, *Choristoneura pinus*, in Michigan. *Annals of the Entomological Society of America*, 63: 59-64.
- ALMEIDA, L.M. 1985. Study of 17 species of the genus *Psyllobora* Chevrolat, 1837 (Coleoptera: Coccinellidae). *Acta Biologica Paranaense*, 14: 47-102.
- ALMEIDA, L.M. & MARINONI, R.C. 1986. Desenvolvimento de três espécies de *Epilachna* (Coleoptera: Coccinellidae) em três combinações de temperatura e fotoperíodo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 21: 927-939.
- ALMEIDA, L.M. & VITORINO, M.D. 1997. A new species of *Hyperaspis* Redtenbacher (Coleoptera: Coccinellidae) and notes about the life habits. *The Coleopterist's Bulletin*, 51: 213-216.
- ALMEIDA, L.M. & MILLÉO, J. 1998. The immature stages of *Psyllobora gratiosa* Mader, 1958 (Coleoptera: Coccinellidae) with some biological aspects. *Journal of the New York Entomological Society*, 106: 170-176.

- ALMEIDA, L.M. & RIBEIRO-COSTA, C.S. 2009. *Coleópteros predadores (Coccinellidae)*. Pp. 931-968. In: A.R. Panizzi & J.R.P. Parra (eds). Bioecologia e Nutrição de Insetos. EMBRAPA. Brasília, 1164 p.
- ALMEIDA, L.M.; CORRÊA, G.H.; GIORGI, J.A. & GROSSI, P.C. 2011. New record of predatory ladybird beetle (Coleoptera, Coccinellidae) feeding on extrafloral nectaries. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55: 447-450. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262011005000028> .
- AL-ZYUOD, F. & SENGONCA, C. 2004. Prey consumption preferences of *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae) for different prey stages, species and parasitized prey. *Journal of Pest Science*, 77: 197-204.
- ANDERSON, J.M.E. 1982. Seasonal habitat utilization and food of the ladybirds *Scymnodes lividigaster* (Mulsant) and *Leptothea galbula* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). *Australian Journal of Zoology*, 30: 59-70.
- ARAÚJO-SIQUEIRA, M. & ALMEIDA, L.M. 2004. Comportamento e ciclo de vida de *Epilachna vigintioctopunctata* (Fabricius) (Coleoptera, Coccinellidae) em *Lycopersicum esculentum* Mill. (Solanaceae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 543-550. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000300018> .
- BALDUF, W.V. 1935. *The bionomics of entomophagous Coleoptera (Coccinellidae-lady beetles)*. John S. Swift.. Chicago, New York, 220p.
- BARBIER, R.; LELANNIC, J. & BRUN, J. 1996. Récepteurs sensoriels des palpes maxillaires et Coccinellidae adultes aphidophages, coccidophages et phytophages. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 121: 255-268.
- BIDDINGER, D.J.; WEBER, D.C. & HULL, L.A. 2009. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. *Biological Control*, 51: 268-283. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.014> .
- BRASSLER, K. 1930. *Coccinella septempunctata* L. wirklich nur Blattlausfresser? *Z. PflKrankh. PflPath. PflScutz*, 40: 511-513.
- BURGIO, G.; SANTI, F. & MAINI, S. 2002. On intra-guild predation and cannibalism in *Harmonia axyridis* (Pallas) and *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae). *Biological Control*, 24: 110-116. [http://dx.doi.org/10.1016/S1049-9644\(02\)00023-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1049-9644(02)00023-3) .
- CALTAGIRONE, L.E. & DOUTT, R.L. 1989. The history of the *Vedalia* Beetle importation into California and its impact on the development of biological control. *Annual Review of Entomology*, 34: 1-16. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.000245> .
- CAPRA, F. 1947. Note sui Coccinellidi (Col.)III. La larva ed il regime pollinivoro di *Bulaea lichatschovi* Hummel. *Memorie della Società Entomologica Italiana*, 26: 80-86.
- CASTRO, C.F. 2010. Biologia, parâmetros de crescimento populacional e preferência alimentar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae). *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brasil. 77 pp.
- CASTRO, C.F.; ALMEIDA, L.M. & PENTEADO, S.R.C. 2011. The impact of temperature on biological aspects and life table of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *Florida Entomologist*, 94: 923-932. <http://dx.doi.org/10.1653/024.094.0429> .
- CHAZEAU, J. 1985. Predaceous insects. Pp. 211-246. In: W. Helle & M.W. Sabelis (eds.). Spider mites, their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam. 458p.
- CONGDON, B.D.; SHANKS JR., C.H. & ANTONELLI, A.L. 1993. Population interactions between *Stethorus punctum picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in red raspberries at low predator and prey densities. *Environmental Entomology*, 22: 1302-1307.
- COTTRELL, T.E. & YEARGAN, K.V. 1998. Effect of pollen on *Colleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) population density, predation and cannibalism in sweet corn. *Environmental Entomology*, 27: 1402-1410.
- CUSHING, J.M. 1992. A size-structured model for cannibalism. *Theoretical Population Biology*, 42: 347-361. [http://dx.doi.org/10.1016/0040-5809\(92\)90020-T](http://dx.doi.org/10.1016/0040-5809(92)90020-T) .
- DIXON, A.F.G. 2000. *Insect Predator-Prey Dynamics: ladybird beetles and biological control*. Cambridge University Press, New York, NY. 257p.
- DREA, J.J. & GORDON, R.D. 1990. *Predators. Coccinellidae*. Pp. 19-40. In: D. Rosen. (ed.), The armored scale insects, their biology, natural enemies, and control. Elsevier, Amsterdam. 688p.
- DREYER, B.S.; NEUENSCHWANDER, P.; BAUMGARTNER, J. & DORN, S. 1997. Trophic influences on survival, development and reproduction of *Hyperaspis notata* (Col., Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 121: 249-256. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01401.x> .
- EVANS, E.W. 2009. Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera. *Biological Control*, 51: 255-267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.011> .
- FERREIRA, F.A.S. & ALMEIDA, L.M. 2000. Morfologia dos estágios imaturos de *Eupalea reinhardti* Crotch (Coleoptera, Coccinellidae) e alguns aspectos biológicos. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17: 315-322. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752000000200002> .
- FOLLETT, P.A. & RODERICK, G.H. 1996. Genetic estimates of dispersal ability in the leucena psyllid predator *Curinus coeruleus* (Coleoptera: Coccinellidae): implications for biological control. *Bulletin of Entomological Research*, 86: 355-361. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007485300034933> .
- FÜRSCH, H. 2007. Taxonomy of Coccinellids. http://www.phil.uni-passau.de/didaktik_natw/fuersch/taxonomy.html. Acesso em 19/07/2012.

- GALVAN, T.L.; KOCH, R.L. & HUTCHISON, W.D. 2008. Impact of fruit feeding on overwintering survival of the multicolored Asian lady beetle, and the ability of this insect and paper wasps to injure wine grape berries. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 128:429-436. <http://dx.doi.org/10.1111/j.15707458.2008.00731.x> .
- GEYER, J.W.C. 1947. A study of the biology and ecology of *Exochomus flavipes* Thunb. (Coccinellidae, Coleoptera). *Entomological Society of Southern Africa*, 9: 219-234.
- GIORGI, J.A.; VANDENBERG, N.J.; MCHUGH, J.V.; FORRESTER, J.A.; SLIPINSKI, S.A.; MILLER, K.B.; SHAPIRO, L.R. & WHITING, M.F. 2009. The evolution of food preferences in Coccinellidae. *Biological Control*, 51: 215-231. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.019> .
- GONZÁLEZ, J.G. & ÁVILA, A.L. 1998. Biología y hábitos alimenticios de *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) depredador de moscas blancas. *Revista Colombiana de Entomología*, 24: 95-102.
- GORDON, R.D. 1975. *A revision of the Epilachninae of the Western Hemisphere (Coleoptera: Coccinellidae)*. ARS, USDA Technical Bulletin 1493, Washington, DC. 409p.
- GORDON, R.D. 1976. The Scymnini (Coleoptera: Coccinellidae) of the United States & Canada: key to genera and revision of *Scymnus*, *Nephus*, and *Diomus*. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences*, 28: 1-362.
- GORDON, R.D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*, 93: 352-599.
- GORDON, R.D. 1994. South American Coccinellidae (Coleoptera). Part III. Definition of Exoplectrinae Crotch, Azyinae Mulsant, and Coccidulinae Crotch; a taxonomic revision of Coccidulini. *Revista Brasileira de Entomologia*, 38: 681-775.
- GRAVENA, S. & FORNASIERI, J.L. 1979. Flutuação populacional de algumas cochonilhas de carapaça e predadores entomófagos em citrus, e influência de fatores meteorológicos. *Científica*, 7: 109-113.
- GULLAN, P.J. & COOK, L.G. 2007. Phylogeny and higher classification of the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). *Zootaxa*, 1668: 413-425.
- HAFEZ, M. & EL-ZIADY, S. 1952. Studies on the biology of *Hyperaspis vinciguerrae* Capra, with a full description of the anatomy of the fourth stage larva. *Bulletin de la Société Fouad Ier d'Entomologie*, 36: 211-246.
- HAGEN, K.S. 1962. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annual Review of Entomology*, 7: 289-326. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.07.010162.001445> .
- HAGEN, K.S. & VAN DEN BOSCH, R. 1968. Impact of pathogens, parasites and predators on aphids. *Annual Review of Entomology*, 13: 325-384. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.13.010168.001545> .
- HARRIS, R.H.T.P. 1921. A note on *Ortalia pallens* Mulsant. *South African Journal of Science*, 18: 170-171.
- HAWKES, O.A.M. 1920. Observations on the life history, biology and genetics of the ladybird beetle *Adalia bipunctata* Mulsant. *Journal of Zoology*, 33: 475-490.
- HEMPTINNE, J-L. & DESPRETS, A. 1986. Pollen as a spring food for *Adalia bipunctata*. Pp. 29-35. In: Ecology of Aphidophaga. Hodek I. (ed.). Academia, Prague & Dr. W. Junk, Dordrecht.
- HEMPTINNE, J-L.; DIXON, A.F.G. & LOGNAY, G. 1996. Searching behaviour and mate recognition by males of the two-spot ladybird beetle, *Adalia bipunctata*. *Ecological Entomology*, 21: 165-170. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2311.1996.tb01183.x> .
- HIPPA, H.; KOPONEN, S. & ROINE, R. 1984. Larval growth of *Coccinella heiroglyphica* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on aphids and preimaginal stages of *Galerucella sagittariae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Reports from the Kevo Subarctic Research Station*, 19: 67-70.
- HODEK, I. 1973. *Biology of Coccinellidae*. Academia, Prague & Dr W. Junk, The Hague. 260p.
- HODEK, I. 1996. *Food relations*. Pp. 143-238. In: I. Hodek & A. Honek (eds.). Ecology of Coccinellidae. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 464p.
- HODEK, I. & HONEK, A. 1996. *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 464 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-1349-8> .
- HODEK, I. & HONEK, A. 2009. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. *Biological Control*, 51: 232-243. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.018> .
- HODEK, I.; VAN EMDEN, H.F. & HONEK, A. 2012. Ecology of Coccinellidae. Wiley-Blackwell, Dordrecht. 600p.
- HOUCK, M.A. 1991. Time and resource partitioning in *Stethorus punctum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 20: 494-497.
- HOY, M.A. & SMITH, K.B. 1982. Evaluation of *Stethorus nigripes* (Col.: Coccinellidae) for biological control of spider mites in California almond orchards. *Entomophaga*, 27: 301-310. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02374813> .
- IPERTI, G. 1999. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 323-342. [http://dx.doi.org/10.1016/S01678809\(99\)00041-9](http://dx.doi.org/10.1016/S01678809(99)00041-9) .
- IABLOKOFF-KHNZORIAN, S.M. 1982. *Les Coccinelles, Coleoptères-Coccinellidae. Tribu Coccinellini des Régions Palearctique et Orientale*. Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris. 568p.

- IWAO, S. 1954. On the distributions of *Epilachna sparsa orientalis* Dieki and *E. vigintioctomaculata* Motscholsky et the boundary of their geographical distributions (I). *Oyo-Kontyu*, 9: 135-141.
- KANERVO, V. 1940. Beobachtungen und Versuche zur Ermittlung der Nahrung einiger Coccinelliden. *Annales Entomologici Fennici*, 6: 89-110.
- KANERVO, V. 1946. *Studien über die natürlichen Feinde des Erlenblattkäfers, Melasoma aenea L. (Coleoptera, Chrysomelidae)*. *Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo*, 12: 1-206.
- KESTEN, U. 1969. Zur Morphologie und Biologie von *Anatis ocellata* (L.) (Coleoptera, Coccinellidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 63: 412-455. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.1969.tb04396.x>.
- KINDLMANN, P.; JAROSIK, V. & DIXON, A.F.G. 2007. *Population dynamics*. Pp. 311-329. In: H.F. van Emden & R. Harrington (eds.). *Aphids as Crop Pests*. CAB International, Cambridge, MA. 677p. <http://dx.doi.org/10.1079/9780851998190.0311>.
- KOCH, R.L. 2003. The Multicolored Asian Lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control and non-target impacts. *Journal of Insect Science*, 32: 1-16.
- KOCH, R.L.; BURKNESS, E.C.; BURKNESS, S.J.W & HUTCHISON, W.D. 2004. Phytophagous Preferences of the Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) for Autumn-Ripening Fruit. *Journal of Economic Entomology*, 97: 539-543. <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-97.2.539>.
- KOCH, R.L.; VENETTE, R.C. & HUTCHINSON, W.D. 2006. Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) in the Western Hemisphere: Implications for South America. *Neotropical Entomology*, 35: 421-434. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000400001>.
- KOIDE, T. 1962. Observations on the feeding habit of the larva of *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant. The feeding behaviour and number of prey fed under different temperatures. *Kontyu*, 30: 236-241.
- KORSCHESKY, R. 1932. *Coccinellidae I*. Pp. 225-659. In: W. Junk & S. Schenkling (eds.). *Coleopterorum Catalogus*, Part 120. W. Junk, Berlin. 435p.
- KOVACH, J. 2004. Impact of Multicolored Asian Lady Beetles as a Pest of Fruit and People. *American Entomologist*, 50: 159-161.
- KOVÁŘ, I. 1996. *Phylogeny*. Pp. 19-31. In: I. Hodek & A. Honek. (eds.). *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 464p. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-1349-8_2.
- KUSNETSOV, V.N. 1997. *Lady beetles of the Russian Far East*. Center of Systematic Entomology, Gainesville. 248 p.
- LIMA, A.C. 1931. Coccinellideos mycophagos. (Coccinellidae: Psylloborini). *Revista Entomologia*, 1: 428-430.
- LIXA, A.T.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A.L.S.; SILVA, J.C.; ALMEIDA, M.M.T.B. & AGUIAR-MENEZES, E.L. 2010. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em Plantas Aromáticas (Apiaceae) como Sítios de Sobrevivência e Reprodução em Sistema Agroecológico. *Neotropical Entomology*, 39: 354-359. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000300007>.
- LUNDGREN, J.G. 2009a. *Relationships of Natural Enemies and Non-prey Foods*. Springer International, Dordrecht.
- LUNDGREN, J.G. 2009b. Nutritional aspects of non-prey foods and the life histories of predaceous Coccinellidae. *Biological Control*, 51: 294-305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.016>.
- LUNDGREN, J.G.; RAZZAK, A.A. & WIEDENMANN, R.N. 2004. Population responses and food consumption by predators *Coleomegilla maculata* and *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) during anthesis in an Illinois cornfield. *Environmental Entomology*, 33: 958-963. <http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X-33.4.958>.
- MAJERUS, M.E.N. & KERNS, P. 1989. *Ladybirds*. Richmond Publishing Co., London. 103p.
- MAJERUS, M.E.N. 1994. *Ladybirds*. The New Naturalist Library. Harper Collins Publishers, London. 357p.
- MAJERUS, M.; SLOGGETT, J.; GODEAU, J. & HEMPTINNE, J-L. 2007. Interactions between ants and aphidophagous and coccidophagous ladybirds. *Population Ecology*, 49: 15-27. <http://dx.doi.org/10.1007/s10144-006-0021-5>.
- MARINONI, R.C. & RIBEIRO-COSTA, C.S. 1987. Aspectos bionômicos de *Epilachna paenulata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) em quatro diferentes plantas hospedeiras (Curcubitaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 31: 421-430.
- MARTINS, C.B.C.; ALMEIDA, L.M.; ZONTA-DE-CARVALHO, R.C.; CASTRO, C.F. & PEREIRA, R.A. 2009. *Harmonia axyridis*: a threat to Brazilian Coccinellidae? *Revista Brasileira de Entomologia*, 53: 663-671. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000400018>.
- MCMURTRY, J.A. & JOHNSON, H.G. 1966. Studies on natural control of the avocado brown mite. *California Avocado Society Yearbook*, 50: 112-117.
- MCMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B. & VAN DE VRIE, M. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia*, 40: 331-390.
- MICHAUD, J.P. 2001. Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) to infestations of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae), in Florida. *Florida Entomologist*, 84: 608-612. <http://dx.doi.org/10.2307/3496392>.
- MICHAUD, J.P. 2003. A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. *Ecological Entomology*, 28: 92-101. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2311.2002.00481.x>.

- MILLS, N.J. 1981. Essential and alternative foods for some British Coccinellidae (Coleoptera). *Entomologist's Gazette*, 32: 197-202.
- MOSER, S.E.; HARWOOD, J.D. & OBRYCKI, J. 2008. Larval feeding on bt hybrid and non-bt corn seedlings by *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Coleomegilla maculate* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 37: 525-533. [http://dx.doi.org/10.1603/0046225X\(2008\)37\[525:LFOBHA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0046225X(2008)37[525:LFOBHA]2.0.CO;2).
- MOURSI, A.A. & KAMAL, M. 1946. Notes on the biology and feedings habits of the introduced beneficial insect *Leis conformis* Boisd. (Coccinell.). *Bulletin de la Société Fouad ler d'Entomologie*, 30: 63-74.
- NAKAMURA, K. 1985. Mechanism of the switchover from extensive to area-concentrated search behavior of the ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*. *Journal of Insect Physiology*, 31: 849-856. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-1910\(85\)90102-7](http://dx.doi.org/10.1016/0022-1910(85)90102-7).
- OBRYCKI, J.J. & KRING, T.J. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43: 295-321. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.295>.
- OBRYCKI, J.J.; HARWOOD, J.D.; KRING, T.J. & O'NEIL, R.J. 2009. Aphidophagy by Coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. *Biological Control*, 51: 244-254. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.009>.
- OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F. & MATOS, C.A.O. 2005. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinélidos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 48: 529-533. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262004000400016>.
- OMKAR, 2006. Suitability of different foods for a generalist ladybird, *Micraspis discolor* (Coleoptera: Coccinellidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 26: 35-40. <http://dx.doi.org/10.1079/IJT200693>.
- OSAWA, N. 1989. Sibling and non-sibling cannibalism by larva of a lady beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae) in the field. *Researches on Population Ecology*, 31: 153-160. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02515813>.
- OSAWA, N. 1993. Population field studies of the aphidophagous ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): life tables and key factor analysis. *Researches on Population Ecology*, 35: 335-348. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02513605>.
- PEMBERTON, R.W. & VANDENBERG, N.J. 1993. Extrafloral nectar feeding by ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 95: 139-151.
- POORANI, J. 2001. A review of the genus *Pseudaspidimerus* Kapur (Coleoptera: Coccinellidae) of the Indian region, with description of a new species. *Oriental Insects*, 35: 299-310. <http://dx.doi.org/10.1080/00305316.2001.10417309>.
- POORANI, J.; SLIPINSKI, S.A. & BOOTH, R. 2008. A revision of the genus *Synona* Pope (Coleoptera: Coccinellidae, Coccinellini). *Annales Zoologici*, 58: 350-362. <http://dx.doi.org/10.3161/000345408X364427>.
- POPE, R.D. & LAWRENCE, J.F. 1990. A review of *Scymnodes* Blackburn, with the description of a new Australian species and its larva (Coleoptera: Coccinellidae). *Systematic Entomology*, 15: 241-252. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3113.1990.tb00315.x>.
- PRADHAM, S. 1936. The alimentary canal of *Epilachna indica* (Coccinellidae, Coleoptera) with a discussion on the activity of the mid-gut epithelium. *Journal of the Royal Asiatic Society of Bengal Science*, 2: 127-156.
- PRADHAM, S. 1939. The alimentary canal and pro-epithelial regeneration in *Coccinella septempunctata* with a comparison of carnivorous and herbivorous coccinellids. *The Quarterly Journal of Microscopical Science*, 81: 451-478.
- PUTMAN, W.L. 1955. Bionomics of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) in Ontario. *Canadian Entomologist*, 87: 9-33. <http://dx.doi.org/10.4039/Ent879-1>.
- PUTMAN, W.L. 1957. Laboratory studies on the food of some coccinellids (Coleoptera) found in Ontario peach orchards. *Canadian Entomologist*, 89: 527-579. <http://dx.doi.org/10.4039/Ent89572-12>.
- PUTMAN, W.L. 1964. Occurrence and food of some coccinellids (Coleoptera) in Ontario peach orchards. *Canadian Entomologist*, 96: 1149-1155. <http://dx.doi.org/10.4039/Ent961149-9>.
- PUTMAN, W.L. & HERNE, D.C. 1966. The role of predators and other biotic agents in regulating the population density of phytophagous mites in Ontario peach orchards. *Canadian Entomologist*, 98: 808-820. <http://dx.doi.org/10.4039/Ent98808-8>.
- RAGKOU, V.S.; ATHANASSEIOU, C.G.; KAVALLIATOR, N.G. & TOMANOVIC, Z. 2004. Daily consumption and predation rate of different *Stethorus punctillum* instars feeding on *Tetranychus urticae*. *Phytoparasitica*, 32: 154-159. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02979781>.
- RANA, J.S.; DIXON, A.F.G. & JAROSIK, V. 2002. Costs and benefits of prey specialization in a generalist insect predator. *Journal of Animal Ecology*, 71: 15-22. <http://dx.doi.org/10.1046/j.00218790.2001.00574.x>.
- RICCI, C. 1982. Sulla costituzione e funzione delle mandibole delle larve di *Tytthaspis sedecimpunctata* (L.) e *Tytthaspis trilineata* (Weise). *Frustula Entomologica*, 3: 205-212.
- RICCI, C.; FIORI, G. & COLAZZA, S. 1983. Regime alimentare dell'adulto di *Tytthaspis sedecimpunctata* (L.) (Coleoptera Coccinellidae) in ambiente a influenza antropica primaria: prato polifita. Pp. 691-698. In: Proceedings XIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Istituto di Entomologia Agraria e Apicoltura, Università di Torino, Turin.
- RICCI, C. 1986. Habitat distribution and migration to hibernation sites of *Tytthaspis sedecimpunctata* and *Rhyzobius litura* in central

- Italy. Pp. 211-216. In: I. Hodek (ed.). Ecology of Aphidophaga. Academia, Prague & Dr. W. Junk, Dordrecht. 562p.
- RISCH, S.J.; WRUBEL, R. & ANDOW, D. 1982. Foraging by a predaceous beetle, *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), in a polyculture: effects of plant density and diversity. *Environmental Entomology*, 11: 949-950.
- RIZNIK, S. Y. 2009. On the effects of diet and photoperiod on *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) larval development. *Entomological Review*, 90: 411-414. <http://dx.doi.org/10.1134/S0013873810040019>.
- ROY, M.; BRODEUR, J. & CLOUTIER, C. 2005. Seasonal activity of the spider mite predators *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Neoseiulus fallacies* (Acarina: Phytoseiidae) in raspberry, two predators of *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Biological Control*, 34: 47-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.03.012>.
- ROY, H.; BROWN, P.; FROST, R. & POLAND, R. 2011. *Ladybirds (Coccinellidae) of Britain and Ireland*. Biological Records Centre, Shrewsbury. 198p.
- SAMWAYS, M.J. & WILSON, S.J. 1988. Aspects of the feeding behavior of *Chilocorus nigritus* (F.) (Col., Coccinellidae) relative to its effectiveness as a biological control agent. *Journal of Applied Entomology*, 106: 177-182. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.1988.tb00580.x>.
- SAMWAYS, M.J.; OSBORN, R. & SAUNDERS, T.L. 1997. Mandible form relative to the main food type in ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology*, 7: 275-286. <http://dx.doi.org/10.1080/09583159730974>.
- SANTOS, A.A. 2009. Aspectos Biológicos e capacidade de consumo de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae). *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brasil. 43p.
- SANTOS, N.R.P.; SANTOS-CIVIDANES, T.M.; CIVIDANES, F.J.; ANJOS, A.C.R. & OLIVEIRA, L.V. L. 2009. Aspectos Biológicos de *Harmonia axyridis* alimentada com duas espécies de presas e predação intraguildda com *Eriopsis connexa*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44: 554-560. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600002>.
- SANTOS-CIVIDANE, T.M. & CIVIDANE, F.J. 2009. Ocorrência de *Psyllobora confluens* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) em quiabeiro *Abelmoschus esculentus* L. em Andradina, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*, 76: 741-743.
- SASAJI, H. 1971. *Fauna Japonica. Coccinellidae (Insecta: Coleoptera)*. Academic Press of Japan, Keigaku Publishing, Tokyo. 340p.
- SAVOISKAYA, G.I. 1970. *The Coccinellidae Taxonomy, employment in controlling agricultural pests*. Alma-Ata. Atinskogo Gosudarstvennogo Zapovednika. 248p.
- SAVOISKAYA, G.I. 1983. *Larvae of coccinellids (Coleoptera, Coccinellidae) of the fauna of the USSR*. Zoologicheskii Institut, Leningrad. 243p.
- SEAGRAVES, M.P. 2009. Lady beetle oviposition behavior in response to the trophic environment. *Biological Control*, 51: 313-322. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.015>.
- SILVA, R.A.; ALMEIDA, L.M. & BUSOLI, A.C. 2005. Morfologia dos imaturos e do adulto de *Coccidophilus citricola* Brèthes (Coleoptera, Coccinellidae, Sticholotidinae), predador de cochonilhas-da-carapaça (Hemiptera, Diaspididae) de citros. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49: 29-35. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262005000100005>.
- SILVA, L.D. & BONANI, J.P. 2008. Ocorrência de *Stethorus (Stethorus) minutulus* Gordon & Chapin (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em algodoeiro no Brasil. *Neotropical Entomology*, 37: 86-88. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2008000100013>.
- SILVA, R. B.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C. & TAVARES, W. S. 2010. Development of *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae) with prey and artificial diet. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 9: 13-26.
- SIMMONS, A.M.; LEGASPI, J.C. & LEGASPI, B.C. 2008. Responses of *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae), to relative humidity: oviposition, hatch, and immature survival. *Annals of the Entomological Society of America*, 101: 378-383. [http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746\(2008\)101\[378:RODCCC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746(2008)101[378:RODCCC]2.0.CO;2).
- SIPOS, J.; KVAŠTEGARD, E.; BAFFOE, K. O.; SHARM IN, K.; GLINWOOD, R. & KINDLM ANN, P. 2012. Differences in the Predatory behaviour of male and female ladybird beetles (Coccinellidae). *European Journal of Environmental Sciences*, 2: 47-51.
- SLIPINSKI, A. 2007. *Australian Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae)*. Commonwealth of Australia, Canberra. 286p.
- SMITH, B.C. 1961. Results of rearing coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) larvae on various pollens. *Proceedings of the Entomological Society of Ontario*, 91: 270-271.
- SUCHÝ, J. 1991. Notnahrung der Marienkäfer (Col., Coccinellidae) im Jahre der massiven Zpr. *Muz. Západočes. Kraje-Prír., Plzen*, 41: 77-80.
- SUTHERLAND, A.M. & PARRELLA, M.P. 2009. Mycophagy in Coccinellidae: Review and synthesis. *Biological Control*, 51: 284-293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.012>.
- TAKARA, J.M.; DINKER, R.J.; NAGAMINE, W.T. & TERAMOTO, K.K. 1990. Biology and reproductive rate of the *Leucaena* psyllid, *Heteropsylla cubana* Crawford. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 30: 23-29.
- TURIAN, G. 1969. Coccinelles micromycetophages. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 42: 52-57.
- TURIAN, G. 1971. *Thea 22-punctata* et autres Coccinelles

- micromycétophages. Nature du pigment élytral jaune. *Bulletin of Society Entomology Suisse*, 44: 277-280.
- VANDENBERG, N.J. 2002. *Family 93. Coccinellidae Latreille 1807*. Pp. 371-389. In: R.H.Jr. Arnett, M.C. Thomas, P.E. Skelley, & J.H. Frank (eds.). *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*, vol. 2. CRC Press LLC, Boca Raton, FL. 880p.
- VANTAUX, A.; ROUX, O.; MAGRO, A. & ORIVEL, J. 2012. Evolutionary Perspectives on Myrmecophily in Ladybirds. *Psyche*, 2012: 1-7. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/591570> .
- WALDBAUER, G.P. & FRIEDMAN, S. 1991. Self-selection of optimal diets by insects. *Annual Review of Entomology*, 36: 43-63. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.000355> .
- WATERHOUSE, D.F. & NORRIS, K.R. 1987. *Biological Control: Pacific Prospects*. Inkata, Melbourne, Australia. 454p.
- WATSON, J.R. & THOMPSON, W.L. 1933. Food habits of *Leis conformis* Boisd. (Chinese lady-beetle). *Florida Entomologist*, 17: 27-29. <http://dx.doi.org/10.2307/3492696> .
- WHITEHEAD, D.R. & DUFFIELD, R.M. 1982. A specialized predator prey association (Coleoptera: Coccinellidae, Chrysomelidae): failure of a chemical defense and possible practical application. *Coleopterists Bulletin*, 36: 96-97.
- YINON, U. 1969. Food consumption of the armored scale lady-beetle, *Chilocorus bipustulatus* (Coleoptera, Coccinellidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 12: 139-146. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.1969.tb02508.x> .

Submetido em 16/09/2012

Aceito em 04/06/2013