

Érica Sevilha Harterreiten Souza

**Diversidade, abundância e bionomia de moscas predadoras (Diptera:  
Dolichopodidae) em propriedades produtoras de hortaliças em  
sistemas de base ecológica**

Brasília – DF

Fevereiro de 2017



**Universidade de Brasília**

**Instituto de Ciências Biológicas**

**Programa de Pós-Graduação em Ecologia**

**Diversidade, abundância e bionomia de moscas predadoras (Diptera:  
Dolichopodidae) em propriedades produtoras de hortaliças em  
sistemas de base ecológica**

**Érica Sevilha Harterreiten Souza**

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Pujol Luz

Coorientador: Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília como pré-requisito para a obtenção do título de Doutora em Ecologia.

Brasília – DF

Fevereiro de 2017

*Ao meu marido, por todo apoio,  
compreensão e incentivo. À minha filha,  
que, ainda dentro da barriga, já me  
enche de vida e me direciona em busca  
de um futuro melhor.*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Na realização deste trabalho contei com a participação de muitas pessoas, às quais agradeço imensamente.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Roberto Pujo Luz (Universidade de Brasília), por ter me incentivado e ter acreditado na realização deste trabalho, pelas orientações, dedicação e oportunidade de conhecer outras áreas de estudo, contribuindo ainda mais para o enriquecimento deste trabalho. Agradeço também pelo apoio, confiança e amizade construída ao longo destes anos. Minha gratidão!

Ao meu orientador Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), pelas orientações, competência e profissionalismo, além do suporte de laboratório e logística de campo. Agradeço também pelo apoio, confiança e amizade construída ao longo destes anos. Minha gratidão!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília (UnB) e aos professores que contribuem para a produção do conhecimento acadêmico e científico.

Ao Dr. Renato Soares Capellari, do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, e ao Dr. Dan Bickel, do Museu da Austrália, pela ajuda na identificação dos Dolichopodidae.

Aos estagiários e bolsistas, do Laboratório de Entomologia 2 (Universidade de Brasília) e do Laboratório de Ecologia e Biossegurança (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), em especial a Lizzi Araújo, Rafaela Pinto, Tais de Menezes, Karina, Carol e Genecy Aguiar, pela ajuda em diversas atividades realizadas em campo e laboratório. A todos os meus amigos, em especial à Karine Brenda Barros Cordeiro, pelos momentos de descontração proporcionados. Agradeço imensamente a vocês pelo apoio!

Aos funcionários MSc. Lucas Machado de Souza e MSc. Alex Cortez, da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, e ao Dr. Pedro Henrique Brum Togni pela amizade construída ao longo destes anos e pela dedicação na realização das atividades de campo do capítulo 1 desta tese. Obrigada!

Ao motorista Sr. Mendonça, da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, por ter nos acompanhado nas maratonas de idas aos campos.

Aos agricultores rurais Massae (Taguatinga), Valdir (Ceilândia), Juã (Lago Oeste), José Ebaldi (Paranoá) e Joe Valle (Lamarão), por terem nos recebido gentilmente em suas propriedades rurais.

Aos meus pais e a minha irmã, por quem tenho profunda admiração e respeito, pelo apoio incondicional.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO.....	14
ABSTRACT .....	16
INTRODUÇÃO GERAL .....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21
Capítulo 1 .....	26
Composição e abundância de Dolichopodidae (Insecta: Diptera) em sistemas de produção de hortaliças de base ecológica .....	26
Material e Métodos .....	28
Área de estudo .....	28
Caracterização dos habitats .....	29
Métodos de coleta e identificação .....	31
Análise dos dados .....	32
Resultados .....	33
Discussão.....	41
Referências Bibliográficas .....	45
Capítulo 2 .....	53
Abundância de moscas predadoras <i>Condylostylus</i> e <i>Chrysotus</i> (Diptera: Dolichopodidae) em sistemas de produção de hortaliças de base ecológica .....	53
Material e Métodos .....	55
Área de estudo .....	55
Método de coleta .....	57
Análise dos dados .....	58
Resultados .....	59
Discussão.....	63
Referências Bibliográficas .....	66
Capítulo 3 .....	72
Bionomia de espécies de <i>Condylostylus</i> (Diptera: Dolichopodidae) .....	72
Material e Métodos .....	74
Agrupamento de espécies para estudo de bionomia e reprodução .....	74
Viabilidade dos ovos e tempo de desenvolvimento embrionário após estresse hídrico devido à baixa umidade .....	74
Viabilidade de ovos e tempo de desenvolvimento embrionário em diferentes temperaturas .....	75
Recurso alimentar .....	76

<i>Sobrevivência de adultos em relação ao recurso alimentar</i> .....	77
<i>Reprodução</i> .....	78
<i>Análise dos dados</i> .....	79
<b>Resultados</b> .....	79
<b>Discussão</b> .....	88
<b>Referências bibliográficas</b> .....	92
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	96
<b>PERSPECTIVAS</b> .....	97

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

- Tabela 1. Composição e abundância de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....34
- Tabela 2. Importância relativa e valor acumulado de moscas Dolichopodidae mais abundantes coletadas em diferentes habitats de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....36
- Tabela 3. Índices descritivos de assembleias de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes habitats de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....39
- Tabela 4. Diversidade beta (Withaker, 1960) de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes habitats de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....40

## Capítulo 2

Tabela 1. Principais características de cada hábitat relacionadas às diferentes práticas de manejo de produção e perturbação, em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014.....57

## Capítulo 3

Tabela 1. Número de repetição em diferentes tratamentos com recursos alimentares e espécies de moscas *Condylostylus*.....77

Tabela 2. Viabilidade de ovos e tempo de desenvolvimento embrionário (TDE) de espécies de moscas *Condylostylus* após serem submetidos ao estresse hídrico (EH) devido a baixa umidade.....80

Tabela 3. Viabilidade de ovos e tempo de desenvolvimento embrionário (TDE) de espécies de moscas *Condylostylus* em diferentes temperaturas.....81



## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

- Figura 1. Exemplos de habitats amostrados nas propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013. A) Hortaliças com predomínio de brássicas; B) Pousio com predomínio da leguminosa mucuna preta; C) Agrofloresta; D) Vegetação nativa.....31
- Figura 2. Exemplo de armadilha Malaise utilizada em habitat com cultivos de hortaliças, em uma propriedade rural de base ecológica, Ceilândia, Distrito Federal, Brasil.....32
- Figura 3. Abundância média ( $\pm$ EP), mensal, por armadilha, de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....37
- Figura 4. Abundância relativa de espécies Dolichopodidae coletadas em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....37
- Figura 5. Ajuste ao modelo de distribuição log normal da assembleia de moscas Dolichopodidae em habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....38

Figura 6. Número de espécies de moscas Dolichopodidae exclusivas e compartilhadas (interseções) em habitats com cultivos de hortaliças e pousio, agrofloresta e vegetação nativa, em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....39

Figura 7. Agrupamento de moscas Dolichopodidae baseado no coeficiente de similaridade (Bray Curtis), em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.....40

## Capítulo 2

Figura 1. Localização geográfica das propriedades rurais de base ecológica amostradas no Distrito Federal, Brasil.....56

Figura 2. Exemplo de armadilha adesiva amarela utilizada em habitat com cultivos de hortaliças, Taguatinga, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014.....57

Figura 3. Abundância média (+EP), mensal, por armadilha, de moscas *Condylostylus* e *Chrysotus*, em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014. Barras com diferentes letras são estatisticamente diferentes umas das outras ( $P < 0,05$ ).....60

Figura 4. Abundância média em escala  $\log^{10}$  (+EP), por armadilha, da mosca-branca, em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014. Barras com diferentes letras são estatisticamente diferentes umas das outras ( $P < 0,05$ ).....61

Figura 5. Abundância média (+EP), mensal, por armadilha, de moscas Dolichopodidae, coletadas em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014.....62

Figura 6. Abundância média (+EP), mensal, por armadilha, de moscas *Condylostylus* (a) e *Chrysotus* (b), nas estações de seca (jul-set/2013-2016) e de chuva (jan-mar/2014-2016), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil. Asterisco (\*) indica diferença significativa entre as amostras ( $P < 0,05$ ).....63

### Capítulo 3

Figura 1. Espécies de moscas *Codylostylus* utilizadas nos experimentos de sobrevivência em relação ao recurso alimentar. A) *C.* “grupo “asas-manchadas”; B) *C.* “grupo-caudatus”; C) *C. longicornis*.....74

Figura 2. Presas utilizadas nos experimentos de sobrevivência em relação ao recurso alimentar. A) Infestação do pulgão *Brevicoryne brassicae* na folha de couve; B) O pulgão *Myzus persicae* após ser predado pela mosca *Condylostylus* sp.; C) Infestação da mosca-branca, *Bemisia tabaci*, na folha de couve.....77

Figura 3. A) Tubo de acrílico com pulgões <i>Myzus persicae</i> se alimentando na dieta; B) Tubo de acrílico fixado no pote de plástico 5 (mL).....	78
Figura 4. Tempo de desenvolvimento embrionário (dias) de espécies de moscas <i>Condylostylus</i> após os ovos serem submetidos a uma superfície úmida em até 24 horas após a oviposição (T1).....	80
Figura 5. Tempo de desenvolvimento embrionário (dias) de espécies de moscas <i>Condylostylus</i> : a) <i>C.</i> “grupo asas-manchadas”, b) <i>C.</i> “grupo-caudatus” e c) <i>C. longicornis</i> em diferentes temperaturas.....	82
Figura 6. Curvas de Kaplan-Meier para avaliar a sobrevivência de espécies de moscas <i>Condylostylus</i> “grupo asas-manchadas” com recurso alimentar de origem proteica (presas) e carboidrato (com solução de mel ou honeydew).....	83
Figura 7. Curvas de Kaplan-Meier para avaliar a sobrevivência de espécies de moscas <i>Condylostylus</i> “grupo-caudatus” com recurso alimentar de origem proteica (presas) e carboidrato (com solução de mel ou honeydew).....	84
Figura 8. Curvas de Kaplan-Meier para avaliar a sobrevivência da espécie de moscas <i>Condylostylus longicornis</i> com recurso alimentar de origem proteica (presas) e carboidrato (com solução de mel ou honeydew).....	85

Figura 9. Tempo de oviposição (dias) após o confinamento em laboratório de espécies de moscas *Condylostylus*. a) *C.* “grupo asas-manchadas”, b) *C.* “grupo-caudatus” e c) *C. longicornis*.....86

Figura 10. Ovos de espécies de moscas *Condylostylus* em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. a) *C.* “grupo asas-manchadas”, b) *C.* “grupo-caudatus” e c) *C. longicornis*.....87

## RESUMO

A maioria das espécies de moscas da família Dolichopodidae é predadora generalista. Podem ser encontradas em uma variedade de ambientes de clima quente e úmido, incluindo ambientes agrícolas. No entanto, informações sobre a diversidade, a influência de fatores abiótico e biótico na abundância das espécies e as características bionômicas são escassas. Assim, o objetivo nesta tese, foi contribuir para o conhecimento de Dolichopodidae, considerando os seguintes tópicos: (1) conhecer a diversidade de Dolichopodidae na região estudada; (2) identificar os efeitos de habitats e a influência da sazonalidade na abundância do grupo, e se o aumento da abundância do predador está correlacionado com o aumento da abundância da presa; (3) testar as variáveis abióticas (umidade e temperatura) e bióticas (recurso alimentar), além de avaliar alguns aspectos bionômicos no desempenho dos adultos. O estudo foi conduzido em diferentes propriedades rurais localizadas no Distrito Federal, em habitats de hortaliças, pousio, agrofloresta e vegetação nativa. Um total de 17 gêneros foi identificado, com, pelo menos, 70 espécies/morfoespécies. Destes, destacaram-se os gêneros *Chrysotus* e *Condylostylus* porque eles apresentam elevada abundância e diversidade. Habitats com cultivos de hortaliças, que são mais abertos e perturbados pelas práticas agrícolas, abrigaram uma fauna mais rica e diversa de Dolichopodidae, quando comparados com os demais habitats, com base em coletas com armadilhas Malaise. No entanto, habitats de agrofloresta e vegetação nativa são importantes na paisagem agrícola, uma vez que contribuem para o aumento da diversidade regional do grupo. Coletas de adultos com armadilhas adesivas amarelas também mostraram que habitats mais abertos e perturbados de hortaliças foram capazes de produzir populações mais abundantes de *Condylostylus* e, por isso, podem ser habitats fontes. Habitats considerados sumidouros, como agroflorestas e vegetação

nativa, podem funcionar como amortizadores dos efeitos de perturbação advindos das práticas agrícolas, servindo como local de refúgio ou abrigo temporário quando os habitats de hortaliças estiverem sendo manejados para a comercialização. Um efeito da sazonalidade na abundância *Condylostylus* e *Chrysotus* foi também identificado, com populações mais abundantes na estação chuvosa quando comparada com a estação de seca. Além disso, comprovou-se que os fatores abióticos, como umidade e temperatura, influenciam diretamente a viabilidade de ovos e no tempo de desenvolvimento embrionário de espécies *Condylostylus* enquanto recurso alimentar de origem proteica (mosca-branca e pulgões) parece não influenciar a sobrevivência dos adultos. O conhecimento dos fatores que estruturam as assembleias de dolycopodídeos aqui estudados poderá ajudar a estabelecer estratégias de manejo visando à conservação do grupo e a entender seu papel ecológico para o controle biológico de pragas agrícolas.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo; Dolycopodídeos; Interação inseto e planta; Manejo sustentável.

## ABSTRACT

Most species of Dolichopodidae are generalist predators. They can be found in a variety of warm moist environments, including agricultural environments. However, information on the diversity, the influence of abiotic and biotic factors on the abundance of species and their bionomic characteristics are scarce. The objective of this thesis was to contribute to the knowledge of Dolichopodidae considering the following topics: (1) recognize the diversity of Dolichopodidae in the study region; (2) identify the effects of habitat and the influence of seasonality in the abundance of the group, and the increased abundance of the predator is correlated with the increase in abundance of prey; (3) test the abiotic variables (temperature and humidity) and biotic (food source), and to evaluate some aspect bionomics in the performance of adults. The study was conducted in different farms located in the Federal District, in habitats of vegetables, fallow, agroforestry and native vegetation. A total of 17 genera and 70 species/morphospecies were indentified. Of these, we highlight the genera *Chrysotus* and *Condylostylus*, because they have high abundance and diversity. Habitats with vegetable crops, which are more open and disturbed by agricultural practices, housed a richer and diverse fauna of Dolichopodidae when compared to the other habitats, based on collections with Malaise traps. However, agroforestry and native vegetation habitats are importante in the agricultural landscape, since they contribute to increase of the regional diversity of the group. Collections of adults with yellow adhesive traps also showed that more open and disturbed habitats of vegetables were able to produce more abundant populations of *Condylostylus* and *Chrysotus*, therefore, can be source habitats. Habitats considered to be sink, as agroforestry and native vegetation, can act as a buffer against the disturbing effects of agricultural practices, serving as refuge or temporary place when the vegetable



habitats are being managed for commercialization. An effect of seasonality on the *Condylostylus* and *Chrysotus* abundance was also identified, with populations more abundant in the rainy season when compared to the dry season. In addition, it was shown that the abiotic factors, as humidity and temperature, directly affect the viability of eggs and at the time of embryonic development of *Condylostylus* species, whereas the food source of protein origin (whitefly and aphids) does not seem to influence adult survival. The knowledge of the factors that structure the dolichopodids assemblages here studied can help to establish strategies of management for the conservation of this group of insects, and to understand their ecological role for the biological control of agricultural pests.

**Keywords:** Conservative biological control; Insect and plant interaction; Long-legged flies; Sustainable management.

## **INTRODUÇÃO GERAL**

A expansão dos sistemas agrícolas e o atual modelo de produção convencional têm sido frequentemente questionados devido à associação com uma série de problemas ecológicos e socioambientais, como a perda da biodiversidade, a degradação dos recursos naturais e a contaminação de alimentos e do meio ambiente, tornando urgente o desenvolvimento de técnicas de produção sustentáveis ou com menor impacto na agricultura (Chapin et al., 2000; Wake & Vredenburg, 2008; Ferreira et al., 2012). Assim, o uso de práticas de manejo orgânico ou fundamentado em princípios ecológicos – agroecossistemas pode ser uma alternativa ao atual modelo convencional de produção.

Produção agrícola de base ecológica considera a fauna e a flora como partes integrantes do sistema (Gliessman, 2005). Em estágios mais avançados, como a agricultura orgânica, os insumos químicos sintéticos são substituídos por insumos biológicos, além de práticas de diversificação da vegetação local ou adjacente serem incluídas (Gliessman, 2005; Souza & Resende, 2006). No entanto, a implementação dessas práticas exige conhecimento das interações entre os componentes e a funcionalidade das plantas inseridas na paisagem agrícola (Landis et al., 2000).

O manejo sustentável busca favorecer não somente a biodiversidade e os serviços ecológicos, mas também a qualidade do alimento e o bem-estar das pessoas envolvidas (Altieri, 1999; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Mace et al., 2012). Isto significa que o ser humano se beneficia das condições ou dos processos advindos dos ecossistemas mais biodiversos (Altieri et al. 1983; Daily, 1997; Gliessman, 2005; Fiedler et al., 2008). Assim, pode-se obter um incremento da produtividade por meio da manipulação da paisagem, de forma a favorecer a ciclagem de nutrientes pelos decompositores (Mace et al., 2012), o aumento da produtividade

pelos polinizadores (Roubik, 2002; Vianna et al., 2007) e o controle de pragas pelos seus inimigos naturais (Bianchi et al., 2006; Poveda et al., 2008).

Na agricultura, um dos serviços ecológicos que se destacam é o controle biológico natural de insetos fitófagos pelos seus inimigos naturais (predadores e parasitoides). Este serviço permite que populações de insetos fitófagos sejam mantidas abaixo dos níveis considerados prejudiciais para a agricultura. Quando se maneja a paisagem agrícola de forma planejada, os serviços ecológicos podem ser maximizados, contribuindo para a sustentabilidade agrícola a longo prazo (Altieri, 1999; Torres et al., 2009; Sujii et al., 2010).

Algumas das práticas de manejo de base ecológica que podem ser utilizadas para o incremento dos inimigos naturais são: i) plantações em policultivos, com diferentes variedades de plantas cultivadas; ii) faixas de vegetação com recursos florais; iii) sistema agroflorestal e iv) conservação da vegetação nativa (Gliessman, 2005; Ponti et al., 2007; Sujii et al., 2010; Togni et al., 2010; Harterreiten-Souza et al., 2014). Com isso, há uma maior variedade de recurso alimentar principal (i.e. presa) ou alternativo (i.e. outras presas, nectários florais e extraflorais), que são importantes para a sobrevivência, a reprodução, o crescimento populacional e a manutenção dos inimigos naturais localmente (Landis et al., 2000; Poveda et al., 2008; Letourneau et al., 2011; Amaral et al., 2013). Além disso, funcionam como local de refúgio e corredores de dispersão da biodiversidade entre as áreas cultivadas e nativas, favorecendo a manutenção das espécies localmente (Fiedler & Landis, 2007; Bhagwat et al., 2008; Mazzi & Dorn, 2012).

Na ordem Diptera, podem-se encontrar grupos de moscas que apresentam características potenciais para o controle biológico natural, devido à sua ação de predação de diversas espécies de insetos considerados pragas. Esta ordem faz parte do

grupo de insetos megadiversos com, aproximadamente, 153.000 espécies descritas, classificadas em cerca de 160 famílias e 10.000 gêneros, no mundo (Amorim, 2009; Carvalho et al., 2012). São diversos não apenas em número de espécies, mas também apresentam ampla distribuição geográfica e ocupam uma variedade de habitats e de recurso alimentar (Courtney et al., 2009).

No grupo de moscas predadoras associadas a sistemas de produção de hortaliças de base ecológica destaca-se a família Dolichopodidae, pois ela apresenta elevada abundância, quando comparadas com outras famílias de insetos predadores (Harterreiten-Souza et al., 2014). Essa resposta populacional pode ser em função da característica intrínseca da espécie ou devido às condições ambientais favoráveis e à oferta de alimento ao longo do tempo, conforme observado para outras famílias de Diptera (Belliere & Michaud, 2001; Auad, 2003; Romabai devi et al., 2011; Hopper et al., 2011).

Uma das maneiras de avaliar a funcionalidade das práticas de manejo, no que se refere ao controle biológico natural de pragas em uma paisagem agrícola, é conhecer a fauna de predadores ali presentes, entre os quais se pode destacar o grupo de moscas Dolichopodidae. De modo geral, a maioria das espécies é predadora de pequenos invertebrados de corpo mole (Ulrich, 2004). No entanto, esta informação é limitada para as espécies neotropicais, com uma lacuna do conhecimento sobre seus hábitos alimentares e funcionalidade nos ecossistemas. Dessa forma, neste trabalho serão avaliados, pela primeira vez, a diversidade (composição, riqueza e abundância), os aspectos bionômicos (sobrevivência e reprodução) e os fatores ambientais (variações climáticas, práticas de manejo agrônomico e da vegetação local e do entorno) que afetam a dinâmica populacional do grupo em agroecossistemas.

Este estudo foi estruturado em três capítulos, visando encadear uma sequência de atividades. No primeiro capítulo contribui-se para o conhecimento das espécies de Dolichopodidae que ocorrem em agroecossistemas de produção de hortaliças no Distrito Federal e a caracterização de suas funções ecológicas, com base no hábito alimentar. Além disso, as assembleias de dolícopodídeos foram descritas com base na composição, na diversidade, na abundância e na similaridade do grupo em diferentes habitats. No segundo capítulo foram avaliados os efeitos da heterogeneidade da paisagem (habitats de hortaliças, pousio, agrofloresta e vegetação nativa), a influência sazonal (seca e chuva) e biótica (abundância de uma presa potencial – mosca-branca) na abundância de *Condylostylus*, em escala espacial e temporal. Abordou-se a dinâmica de habitats fonte e sumidouro, no intuito de identificar aqueles que favorecem a sobrevivência e o aumento populacional de *Condylostylus* (habitat fonte) ou que funcionam como trampolins de dispersão entre os habitats adjacentes (habitat sumidouro). No terceiro capítulo a contribuição é para o conhecimento bionômico de *Condylostylus*, por meio da avaliação de fatores abióticos (umidade e temperatura), bióticos (recurso alimentar) e sobre o comportamento reprodutivo. Dessa forma, o objetivo geral, nesta tese, foi avaliar a diversidade, a abundância e a bionomia de moscas predadoras Dolichopodidae em propriedades produtoras de hortaliças em sistemas de base ecológica visando o controle biológico conservativo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Altieri M.A., Letourneau D.K. & Davis J.R. 1983. Developing sustainable agroecosystems. *Bioscience* 33: 45-49.
- Altieri M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.

- Amaral D.S.S.L., Venzon M., Duarte M.V.A., Sousa F.F., Pallini A. & Harwood J.D. 2013. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. *Biological Control* 64: 338-346.
- Amorim D.S. 2009. Neotropical Diptera diversity: richness, patterns, and perspectives. *In: Pape T., Bickel D. & Meier R. Diptera diversity: status, challenges and tools. Leiden and Boston: Brill. p. 71-97.*
- Auad A.M. 2003. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology* 32(3): 475-480.
- Belliure B. & Michaud J.P. 2001. Biologia e behavior of *Pseudodorus clavatus* (Diptera: Syrphidae), an important predator of citrus aphids. *Annals of the Entomological Society of America* 94: 91-96.
- Bhagwat S.A., Willis K.J., Birks H.J.B. & Whittaker R.J. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution* 23: 261-267.
- Bianchi F.J.J.A., Booij C.J.H. & Tscharntke T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 273: 1715-1727.
- Carvalho C.J.B., Rafael J.A., Couri M.S. & Silva V.C. 2012. Diptera. *In: Rafael J.A., Melo G.A.R., Carvalho C.J.B., Casari S.A. & Constantino R. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos. p. 700-743.*
- Chapin F.S., Zavaleta E.S., Eviner V.T., Naylor R.L., Vitousek P.M., Reynolds H.L., Hooper D.U., Lavorel S., Sala O.E., Hobbie S.E., Mack M.C. & Diaz S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*. 405: 234-242.

- Courtney G.W., Pape T., Skevington J.H. & Sinclair B.J. 2009. Biodiversity of Diptera. *In*: Foottit R.G. & Adler P.H. Insect Biodiversity: science and society. Oxford: Wiley-Blackwell. p. 185-222.
- Daily G.C. 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington: Island Press. 392p.
- Ferreira J., Pardini R., Metzger J.P., Fonseca C.R., Pompeu P.S., Sparovek G. & Louzada J. 2012. Towards environmentally sustainable agriculture in Brazil: challenges and opportunities for applied ecological research. *Journal Applied Ecology* 49: 535-541.
- Fiedler A.K. & Landis D.A. 2007. Plant characteristics associated with natural enemy abundance at Michigan native plants. *Environmental Entomology* 36: 878-886.
- Fiedler A.K., Landis D.A. & Wratten S.D. 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. *Biological Control* 45: 254-271.
- Gliessman S.R. 2005. Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável. 3 ed. Porto Alegre: UFRGS. 653p.
- Harterreiten-Souza É.S., Togni P.H.B., Pires C.S.S. & Sujii. E.R. 2014. The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. *Agroforest Systems* 88(2): 205-219.
- Hopper J.V., Nelson E.H., Daane K.M. & Mills N.J. 2011. Growth, development and consumption by four syrphid species associated with the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri*, in California. *Biological Control* 58: 271-276.

- Landis D.A., Wratten S.D. & Gurr G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Letourneau D.K., Armbrrecht I., Rivera B.S., Lerma J.M., Carmona E.J., Daza M.C., Escobar S., Galindo V., Gutiérrez C., López S.D., Mejía J.L., Rangel A.M.A., Rangel J.H., Rivera L., Saavedra C.A., Torres A.M. & Trujillo A.R. 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? a synthetic review. *Ecological Applications* 21: 9-21.
- Mace G.M, Norris K. & Fitter A.H. 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in Ecology and Evolution* 27: 19-26.
- Mazzi D. & Dorn B. 2012. Movement of insect pests in agricultural landscapes. *Annals of Applied Biology* 160: 97-113.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystem and human well-being: Current state and trends. Washington: Island Press. 917p.
- Ponti L., Altieri M.A. & Gutierrez A.P. 2007. Effects of crop diversification levels and fertilization regimes on abundance of *Brevicoryne brassicae* (L.) and its parasitization by *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) in broccoli. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 209-214.
- Poveda K., Gomez M.I. & Martinez E. 2008. Diversification practices their effect on pest regulation and production. *Revista Colombiana de Entomologia* 34: 131-144.
- Romabai devi Y., Kalita J. & Singh T.K. 2011. Biological control potential of an aphidophagous syrphid, *Episyrphus balteatus* De-Geer (Diptera: Syrphidae) on mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) on cabbage ecosystem in Manipur. *Journal of Experimental Sciences* 2(12): 13-16.



- Roubik D.W. 2002. Tropical agriculture: The value of bees to the coffee harvest. *Nature* 417:708.
- Souza J.L. & Resende P. 2006. Manual de horticultura orgânica. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 843p.
- Sujii E.R., Venzon M., Medeiros M.A., Pires C.S.S. & Togni P.H.B. 2010. Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica. *In: Venzon M., Júnior, T.J.P. & Pallini A. (eds). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa: EPAMIG. p.143-168.*
- Togni P.H.B., Cavalcante K.R., Langer L.F., Gravina C.S., Medeiros M.A., Pires C.S.S., Fontes E.M.G. & Sujii E.R. 2010. Conservação de inimigos naturais (Insecta) em tomateiro orgânico. *Arquivos do Instituto Biológico* 77: 669-676.
- Torres J.B., Bastos C.S. & Pratisoli D. 2009. Controle biológico de pragas com uso de insetos predadores. *Informe Agropecuário* 30: 17-32.
- Ulrich H. 2004. Predation by adult Dolichopodidae (Diptera): a review of literature with an annotated prey–predator list. *Studia Dipterologica* 11(2): 369-403.
- Vianna M.R., Junior P.M. & Campo L.A.O. 2007. Manejo de polinizadores e o incremento da produtividade agrícola: uma abordagem sustentável dos serviços do ecossistema. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2(1): 144-147.
- Wake D.B. & Vredenburg V.T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 11466-11473.

**Composição e abundância de Dolichopodidae (Insecta: Diptera) em sistemas de produção de hortaliças de base ecológica**

Os insetos exercem vários serviços ecológicos que são importantes para o funcionamento dos ecossistemas, os quais incluem a polinização, a ciclagem de nutrientes e o controle biológico natural (Schowalter, 2011). No entanto, a diversidade de insetos e os seus serviços estão ameaçados e dentre os motivos que levam a esta perda estão a fragmentação e a substituição da vegetação nativa por áreas de monocultivo convencional (Tilman et al., 1994; Hunter, 2002; Fahrig, 2003; Bettiol, 2010). Essa modificação e a perturbação do hábitat acarretam mudanças também na abundância e na dominância de espécies, com maiores chances de ocorrerem surtos populacionais (Andow, 1983; Altieri & Letourneau, 1984; Andow, 1991; Ponti et al., 2007).

Uma alternativa para amenizar tais efeitos seria a adoção de sistemas de produção de base ecológica, com práticas sustentáveis que incluem o aumento da diversidade vegetal planejada na paisagem agrícola e sem uso de agrotóxicos químicos sintéticos (Altieri et al., 1983; Landis et al., 2000; Bengtsson et al., 2005; Magdoff, 2007). Sistemas de produção de base ecológica visam justamente integrar uma elevada produtividade primária, aliada à conservação da biodiversidade local (Gliessman, 2005). Para isso, é importante conhecer as espécies associadas e procurar entender como a sua abundância está distribuída nos diferentes hábitats.

Os dolicopodídeos pertencem a um dos grupos de insetos com mais espécies na ordem Diptera, com 7.358 espécies distribuídas em 268 gêneros no mundo (Yang et

al., 2006; Pape et al., 2011). . No Brasil, 30 gêneros e 192 espécies foram registrados, com distribuição geográfica ocorrendo principalmente nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima e Tocantins (região norte); Bahia, Maranhão, Paraíba, Pernambuco e Sergipe (região nordeste); Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (região centro-oeste); Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (região sudeste); Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (região sul) (Capellari, 2017).

Uma maior diversidade e abundância de dolícopodídeos são registradas em habitats quentes e úmidos, embora eles sejam encontrados em todos os ambientes terrestres de florestas a campos agrícolas (Brooks, 2005; Bickel, 2009; Gelbič & Olejníček, 2011). A maioria das espécies é predadora generalista de pequenos insetos e outros invertebrados de corpo mole, incluindo algumas espécies pragas como mosca-branca, tripses e ácaros (Ulrich, 2004; Bickel, 2009; Pape et al., 2009).

Apesar de Dolícopodidae ser uma família com muitas espécies, pouco se conhece sobre a diversidade de espécies associadas a ambientes agrícolas e como suas abundâncias estão distribuídas em diferentes habitats. Até o momento, apenas uma espécie não identificada de *Condylostylus* tem sido registrada em associação com sistemas agrícolas (Togni et al., 2010; Harterreiten-Souza et al., 2014; Lundgren et al., 2014) e apresenta elevada abundância em áreas com cultivos de hortaliças, quando comparadas com sistemas agroflorestais (Harterreiten-Souza et al., 2014).

Este estudo foi realizado com os objetivos de identificar as espécies de Dolichopodidae associadas a sistemas agrícolas e avaliar a influência de diferentes habitats com cultivos de hortaliças, pousio, agrofloresta e vegetação nativa, na abundância e na diversidade de dolícopodídeos. Neste trabalho, testamos as hipóteses de que (i) habitats mais abertos e perturbados, como, por exemplo, de hortaliças,

podem abrigar uma maior abundância e dominância de espécies, devido às características locais de manejo e abundância de algumas presas, enquanto (ii) habitats florestados, ou menos perturbados, abrigam uma maior diversidade e equitabilidade de espécies devido a maior complexidade da vegetação desses habitats. O conhecimento da distribuição de abundância e diversidade destas moscas e de suas interações com os habitats pode fornecer subsídios para a sua conservação.

## **Material e Métodos**

### *Área de estudo*

A região de estudo está inserida no bioma Cerrado e apresenta duas estações sazonais bem marcantes. A estação seca ocorre, geralmente, nos meses de maio a setembro, enquanto a estação chuvosa compreende os meses de outubro a abril. No geral, a temperatura média varia entre 22-27°C e a precipitação é de 1.200 mm por ano. Entretanto, baixas temperaturas (<15°C) e umidade relativa do ar (<15%) são comumente observadas na estação seca, normalmente em agosto (Klink & Machado, 2005).

Quatro propriedades rurais de produção de hortaliças orgânicas foram selecionadas para este estudo, localizadas em Taguatinga (-48,071233 S, -15,829178 W), Ceilândia (-48,252683 S, -15,824447 W), Paranoá (-47,641011 S, -15,761664 W) e Lamarão (-47,497206 S, -15,974353 W), no Distrito Federal. As amostragens foram conduzidas simultaneamente nos habitats disponíveis em cada propriedade e todas as propriedades foram amostradas na mesma semana. Habitats com cultivo de hortaliças, pousio, agrofloresta e vegetação nativa foram amostrados em Taguatinga; cultivos de hortaliças, pousio e agrofloresta foram amostrados em Ceilândia; cultivos de hortaliças, pousio e vegetação nativa foram amostrados em Paranoá e Lamarão. Estas

áreas foram escolhidas pelo fato de serem comumente encontradas em sistemas de produção de base ecológica, com a finalidade de diversificar a paisagem visando conservar a biodiversidade e favorecer os serviços ecológicos localmente.

### *Caracterização dos habitats*

#### Cultivo de hortaliças

Área com cultivos de plantas anuais com ciclos curtos de, aproximadamente, quatro meses, cultivadas em consórcios ou em monocultivos, com predominância de brássicas (couve, couve-flor, brócolis e repolho), e outras espécies como alface, abóbora, berinjela, chuchu, milho, tomate, quiabo e aipo. Essas culturas eram irrigadas por aspersão. Adicionalmente, gramíneas (e.g., *Brachiaria* [Poaceae]) e plantas espontâneas (e.g., *Ageratum conyzoides* [Asteraceae], *Amaranthus deflexus* [Amaranthaceae], *A. spinosus* [Amaranthaceae], *Bidens pilosa* [Asteraceae]) eram frequentemente encontradas entre as hortaliças e no entorno da área cultivada. Neste tipo de habitat, existe intenso uso da terra e perturbação relacionada ao manejo da cultura para produção e manejo de pragas (Henz & Alcântara, 2009) (Fig.1A).

#### Pousio

Área onde ocorre uma interrupção das atividades agrícolas para proteger ou melhorar a qualidade do solo (Altieri, 2012). Essa interrupção pode ser caracterizada pelo abandono temporário da área, formando uma paisagem dominada por gramíneas (e.g., *Brachiaria*), plantas espontâneas (e.g., *Ageratum conyzoides*, *Amaranthus deflexus*, *A. spinosus*, *Bidens pilosa*, *Ricinus communis* [Euphorbiaceae], *Thitonia diversifolia* [Asteraceae]), ou pelo plantio de cobertura com plantas forrageiras (e.g.,

*Mucuna* sp. [Fabaceae], *Sorghum bicolor* [Poaceae], *Pennisetum americanum* [Poaceae], *Canavalia ensiformes* [Fabaceae]). Esta área não era irrigada (Fig.1B).

#### Agrofloresta

Área caracterizada pela presença de plantas arbustivas e arbóreas, visando à diversificação da paisagem local e aumento das interações entre os organismos para a conservação de espécies (Farrell & Altieri 2012). As plantas variam em forma, tamanho e fenologia, com baixa dependência por insumos externos. Uma parte da vegetação é manejada para a produção e outras espécies arbóreas são mantidas localmente ao longo do tempo (Gliessman, 2005). Esta área não era irrigada (Fig.1C).

#### Vegetação nativa

Área com predominância de espécies vegetais mesofíticas. As árvores atingem, aproximadamente, altura de 20 metros e cobertura arbórea de 80%. Essas áreas são destinadas à reserva legal e são consideradas importantes repositórios da biodiversidade no Cerrado (Netto et al., 2005). Esta área não era irrigada (Fig.1D).



Figura 1. Exemplos de habitats amostrados nas propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013. A) Hortaliças com predomínio de brássicas; B) Pousio com predomínio da leguminosa mucuna preta; C) Agrofloresta; D) Vegetação nativa.

### *Métodos de coleta e identificação*

As coletas foram realizadas quinzenalmente, durante os meses de março de 2012 a fevereiro de 2013, no período da manhã. Uma armadilha Malaise foi instalada em cada habitat e recolhida após 72 horas (Fig.2). O material coletado foi encaminhado para o Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia para triagem, montagem e identificação das espécies. A identificação inicial foi realizada com auxílio de chave de Brown et al. (2009) e posteriormente confirmada pelos especialistas Dr. Renato Soares Capellari, do Instituto Federal do Triângulo Mineiro e Dr. Daniel Bickel, do Museu da Austrália.



Figura 2. Exemplo de armadilha Malaise utilizada em hábitat com cultivos de hortaliças, em uma propriedade rural de base ecológica, Ceilândia, Distrito Federal, Brasil.

### *Análise dos dados*

O índice de Margalef foi usado para descrever a diversidade de espécies nos diferentes habitats. Esse índice é expresso pela fórmula:  $D_{Mg}=(S-1)/\ln(n)$ , onde  $D_{Mg}$  é a diversidade,  $S$  é o número de espécies presentes, e  $n$  é o número total de indivíduos. A notação  $\ln$  se refere ao logaritmo neperiano do número. Valores inferiores a 2,0 se referem a áreas com baixa diversidade (possível efeito de perturbação antrópica nas áreas desse estudo) e valores superiores a 5,0 são considerados indicadores de grande diversidade. Análises de dominância e equitabilidade foram feitas para avaliar como as espécies estão distribuídas em sua abundância. A dominância é expressa pela fórmula  $D = \sum i((n_i/n)^2)$ , em que o  $n_i$  é o número de indivíduos de um táxon  $i$ , proposto por Simpson. Varia de 0 (todos os táxons presentes em iguais quantidades) a 1 (um táxon domina completamente a comunidade). Já a medida de equitabilidade é o índice de diversidade de Shannon dividido pelo logaritmo do número de táxons, variando também de 0 a 1 (todas as



espécies são igualmente abundantes) (Harper, 1999). O índice de Whittaker (1960) foi utilizado para calcular a diversidade beta par a par entre habitats ( $\beta_w = S/\bar{\alpha}$ ), onde, S = número total de espécies registradas (i.e., diversidade  $\gamma$ ) e  $\bar{\alpha}$  = diversidade média das amostras. O valor varia de 0 (diversidade  $\beta$  mínima) a 1 (diversidade  $\beta$  máxima) (Koleff et al., 2003; Magurran, 2013). A similaridade das espécies entre os habitats também foi comparada por meio de uma análise de cluster utilizando-se o índice de Bray Curtis (Horn, 1966). A importância relativa das espécies foi calculada para identificar os principais táxons responsáveis por uma diferença observada entre grupos de amostras (Clarke, 1993). O ajuste ao modelo log normal (Preston, 1948) foi usado para avaliar a distribuição da abundância de espécies e o teste de  $\chi^2$  foi usado para avaliar a qualidade do ajuste. Se  $P > 0,05$  pode-se assumir que o modelo se ajusta (Magurran, 2013). Todas as análises citadas foram feitas no programa estatístico PAST (Hammer et al., 2001). Análise de variância (Kruskall-Wallis) foi usada para comparar a influência de diferentes habitats na abundância de Dolichopodidae, feita no programa Statistica 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

## Resultados

Um total de 4.472 indivíduos foi coletado, os quais foram, posteriormente, agrupados em 17 gêneros e 70 espécies (Tab. 1). *Chrysotus* (23 spp., 2.323 indivíduos) e *Condylostylus* (16 spp., 1.247 indivíduos) foram os gêneros mais abundantes e com maior número de espécies. De todos os gêneros identificados, apenas *Tripticus* sp.n. e *Corindia* não são predadores.

Tabela 1. Composição e abundância de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.

Composição	Hort.	Pousio	Agrof.	Veg. Nat.	Total
<b>Achalcinae</b>					
<i>Achalcus</i> sp.	1	1	0	0	2
<b>Diaphorinae</b>					
<i>Achradocera barbata</i>	8	0	0	0	8
<i>Achradocera contracta</i>	1	1	0	0	2
<i>Chrysotus brevicornis</i>	44	21	0	2	67
<i>Chrysotus crosbyi</i>	45	3	6	0	54
<i>Chrysotus discolor</i>	35	17	1	1	54
<i>Chrysotus maculatus</i>	0	0	0	1	1
<i>Chrysotus mundus</i>	18	20	7	12	57
<i>Chrysotus spectabilis</i>	1394	399	91	38	1922
<i>Chrysotus spinipes</i>	3	1	0	0	4
<i>Chrysotus</i> aff. <i>Integer</i>	0	0	1	0	1
<i>Chrysotus</i> aff. <i>niger</i>	1	0	1	0	2
<i>Chrysotus</i> sp. 1	0	4	0	0	4
<i>Chrysotus</i> sp. 2	10	1	0	0	11
<i>Chrysotus</i> sp. 3	20	10	5	0	35
<i>Chrysotus</i> sp. 4	1	5	0	1	7
<i>Chrysotus</i> sp. 5	0	0	1	0	1
<i>Chrysotus</i> sp. 6	1	0	0	0	1
<i>Chrysotus</i> sp. 7	1	0	0	0	1
<i>Chrysotus</i> sp.8	1	2	2	0	5
<i>Chrysotus</i> sp.9	2	0	0	0	2
<i>Chrysotus</i> sp.10	40	4	2	1	47
<i>Chrysotus</i> sp.11	11	0	1	0	12
<i>Chrysotus</i> sp.12	5	2	0	8	15
<i>Chrysotus</i> sp. n. 1	16	1	1	0	18
<i>Chrysotus</i> sp. n. 2	1	0	1	0	2
<i>Lyroneurus adustus</i>	12	4	1	1	18
<i>Lyroneurus annulatus</i>	13	3	0	0	16
<i>Lyroneurus suavis</i>	5	0	4	0	9
<b>Dolichopodinae</b>					
<i>Paraclius</i> sp.1	1	2	0	0	3
<i>Paraclius</i> sp.2	0	0	0	3	3
<i>Pelastoneurus</i> sp.	3	0	0	0	3

Composição	Hort.	Pousio	Agrof.	Veg. Nat.	Total
<b>Medeterinae</b>					
<i>Corindia</i> sp.1	14	0	0	0	14
<i>Corindia</i> sp.2	2	0	0	0	2
<i>Medetera</i> sp.1	53	9	3	3	68
<i>Medetera</i> sp.2	6	2	0	0	8
<i>Medetera</i> sp.3	3	0	0	0	3
<i>Medetera</i> sp.4	2	0	0	0	2
<i>Medetera</i> sp.5	0	1	0	0	1
<i>Thrypticus</i> sp. n.	459	156	26	20	661
<b>Neurigoninae</b>					
<i>Dactylomyia</i> sp. n.	9	0	0	0	9
<i>Viridigona</i> sp.	0	0	0	3	3
<i>Mberu</i> sp.1	0	0	0	1	1
<i>Mberu</i> sp.2	1	0	0	0	1
<i>Mberu</i> sp.3	1	0	0	0	1
<i>Mberu</i> sp. n. 1	2	0	0	0	2
<i>Mberu</i> sp. n. 2	1	0	0	0	1
<i>Mberu</i> sp. n. 3	21	8	1	0	30
<i>Mberu</i> sp. n. 4	12	0	0	0	12
<b>Peloropecodinae</b>					
<i>Micromorphus</i> sp.	1	0	2	0	3
<b>Plagioneurinae</b>					
<i>Plagioneurus inivittatus</i>	1	0	0	0	1
<b>Sciapodinae</b>					
<i>Amblypsilopus</i> sp.	2	3	3	3	11
<i>Condylostylus erectus</i>	59	86	0	0	145
<i>Condylostylus graenicheri</i>	9	1	1	0	11
<i>Condylostylus longicornis</i>	25	14	2	1	42
<i>Condylostylus terminalis</i>	47	22	2	1	72
<i>Condylostylus</i> sp.1	2	1	1	0	4
<i>Condylostylus</i> sp.2	0	1	0	0	1
<i>Condylostylus</i> sp.3	26	11	2	0	39
<i>Condylostylus</i> sp.4	2	0	1	0	3
<i>Condylostylus</i> sp.5	1	1	0	0	2
<i>Condylostylus</i> sp.6	1	0	0	0	1
<i>Condylostylus</i> sp.7	1	1	0	0	2
<i>Condylostylus</i> sp.8	0	1	0	0	1
<i>Condylostylus</i> sp.9	1	0	0	0	1
<i>Condylostylus</i> sp.10	2	0	0	0	2
<i>Condylostylus</i> sp.11	285	146	82	7	520
<i>Condylostylus</i> sp.12	268	126	7	0	401

Composição	Hort.	Pousio	Agrof.	Veg. Nat.	Total
Symptycninae					
<i>Sympycnus</i> sp.1	0	1	0	0	1
<i>Sympycnus</i> sp.2	1	0	0	2	3
Total	3013	1092	258	109	4472

Das 70 espécies identificadas, apenas cinco se destacaram pela abundância relativa entre grupos de amostras, cada uma com mais de 100 indivíduos e, juntas, representaram 80% da abundância total (Tab. 2).

Tabela 2. Importância relativa e valor acumulado de moscas Dolichopodidae mais abundantes coletadas em diferentes habitats de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.

Táxons	Importância relativa (IR)	Acumulação (%)	Habitats			
			Hort.	Pousio	Agrof.	Veg. Nat.
<i>Chrysotus spectabilis</i>	29,14	40,6	1394	399	91	38
<i>Thrypticus</i> sp. n.	9,545	53,9	459	156	26	20
<i>Condylostylus</i> sp.11	9,208	66,73	285	146	82	7
<i>Condylostylus</i> sp.12	6,873	76,31	268	126	7	0
<i>Condylostylus erectus</i>	2,98	80,46	59	86	0	0

A abundância média ( $\pm$ EP) de moscas Dolichopodidae foi maior em habitats de hortaliças ( $21,78 \pm 10,66$ ), seguidas do pousio ( $15,60 \pm 6,65$ ), agrofloresta ( $3,68 \pm 1,76$ ) e vegetação nativa ( $1,56 \pm 0,64$ ) ( $KW-H_{(3,280)} = 46,24$ ;  $df = 3, 280$ ;  $P < 0,0001$ ) (Fig. 3).

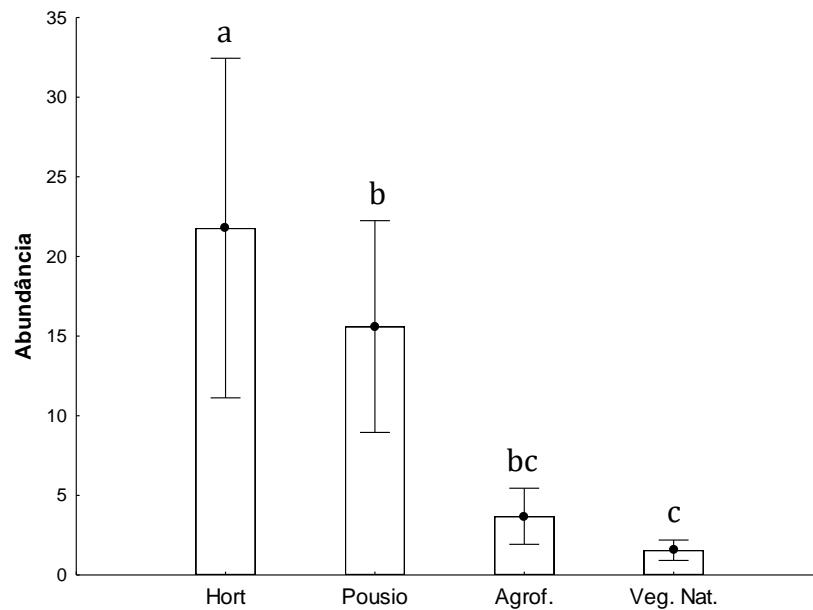


Figura 3. Abundância média ( $\pm$ EP), mensal, por armadilha, de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.

A curva de distribuição da abundância de espécies de dolicipodídeos mostra que a maioria das espécies é moderadamente abundante, variando de 3 a 99 indivíduos por espécie. Algumas são dominantes (5 espécies, cada uma com mais de 100 indivíduos) e outras pouco abundantes (11 espécies, cada uma com dois indivíduos) ou raras (16 espécies, cada com um único indivíduo) (Fig. 4).

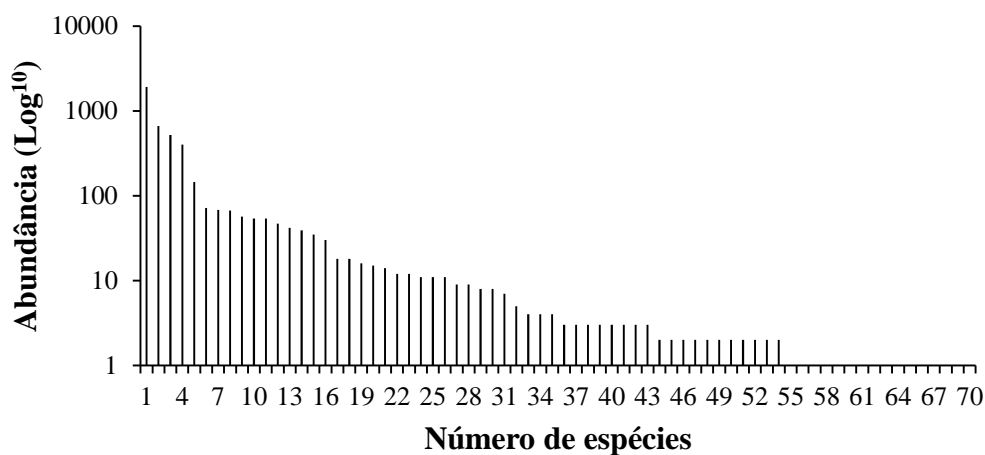


Figura 4. Abundância relativa de espécies Dolichopodidae coletadas em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.

Os dados de distribuição da abundância de espécies também foram avaliados por hábitat e todos ajustaram ao modelo de distribuição log normal com um grande número de espécies com abundância intermediária e poucas espécies dominantes e raras (Fig. 5).

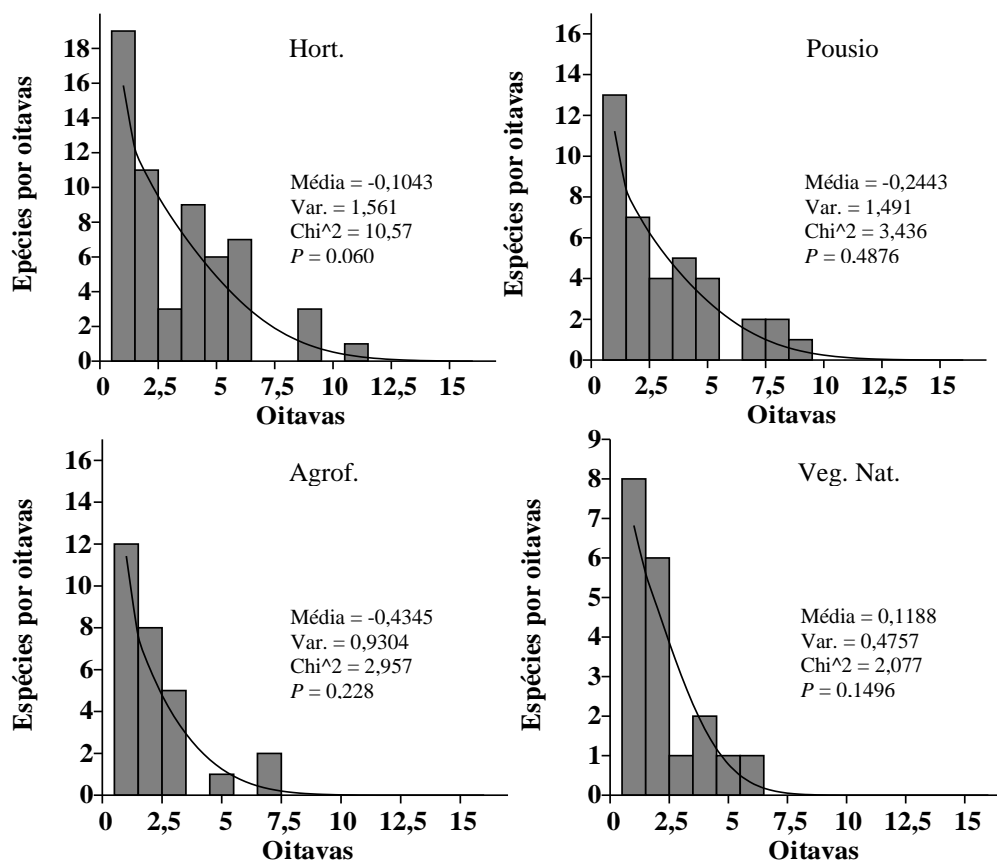


Figura 5. Ajuste ao modelo de distribuição log normal da assembleia de moscas Dolichopodidae em habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.

Habitats com cultivos de hortaliças abrigaram maior número de espécies e diversidade local ( $\alpha$ ), com redução gradual em direção a ambientes mais florestados de vegetação nativa. Por outro lado, verificou-se a dominância de algumas espécies e baixa equitabilidade da abundância, quando comparados com os demais habitats (Tab. 3).

Tabela 3. Índices descritivos de assembleias de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes habitats de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.

Valores	Habitats			
	Hort.	Pousio	Agrof.	Veg. Nat.
Riqueza	59	38	28	19
Indivíduos	3013	1092	258	109
Margalef	7,913	5,289	4,862	3,837
Dominância_D	0,2503	0,1932	0,239	0,1812
Equitabilidade_J	0,5183	0,5889	0,5928	0,739

Ambientes mais abertos na paisagem agrícola, como, por exemplo, as áreas de hortaliças e pousio, abrigaram maior número de espécies exclusivas (34 spp.) do que ambientes mais florestados, como, por exemplo, de agrofloresta (2 spp.) e vegetação nativa (4 spp.). Apenas 11 espécies foram coletadas em todas as áreas (Fig. 6).

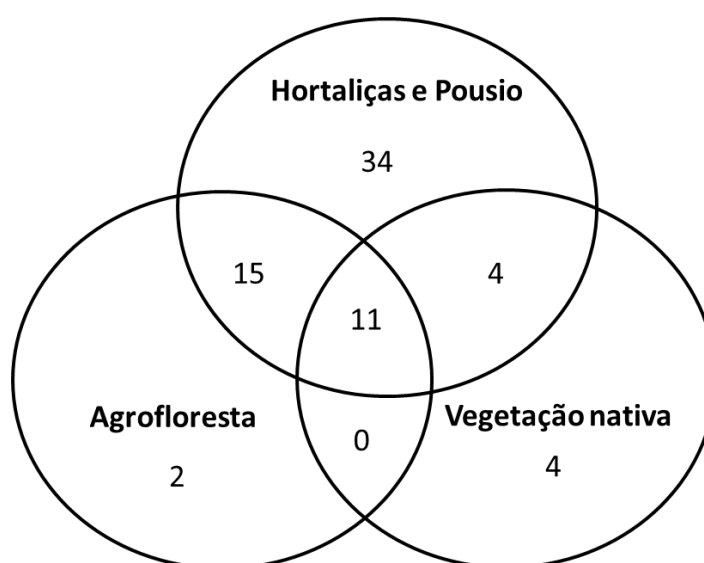


Figura 6. Número de espécies de moscas Dolichopodidae exclusivas e compartilhadas (interseções) em habitats com cultivos de hortaliças e pousio, agrofloresta e vegetação nativa, em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.

Por outro lado, habitats de hortaliças e pousio apresentaram menores valores de diversidade beta ( $\beta$ ) (Tab. 4).

Tabela 4. Diversidade beta (Withaker, 1960) de moscas Dolichopodidae coletadas em diferentes hábitats de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), durante o período de março/2012 a fevereiro/2013, Distrito Federal, Brasil.

Hábitats	Hort.	Pousio	Agrof.	Veg. Nat.
Hort.	0	0,31959	0,4023	0,61538
Pousio	0,31959	0	0,39394	0,50877
Agrof.	0,4023	0,39394	0	0,53191
Veg. Nat.	0,61538	0,50877	0,53191	0

A análise de “cluster” (Bray-Curtis) agrupou dois diferentes grupos com base na composição. Hábitats de pousio e hortaliças compartilharam maior similaridade de espécies (mais de 75%) quando comparados com os de agrofloresta e vegetação nativa (menos de 25%) (Fig.7).

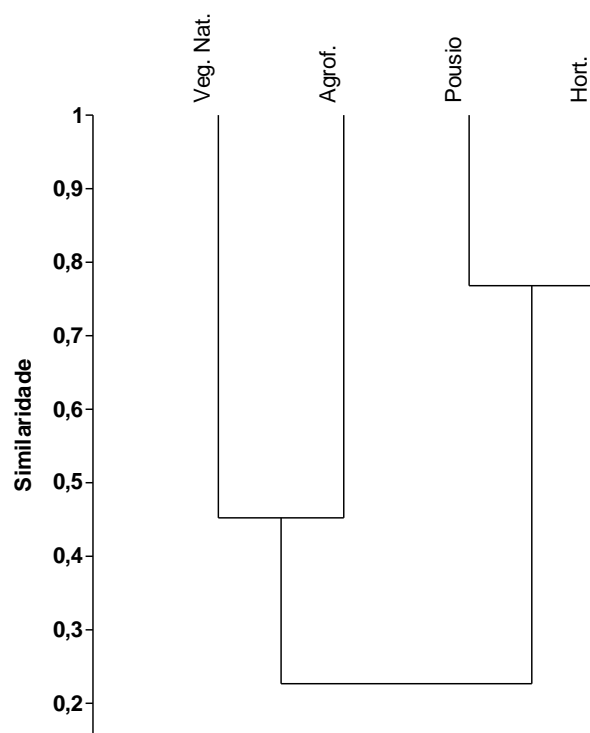


Figura 7. Agrupamento de moscas Dolichopodidae baseado no coeficiente de similaridade (Bray-Curtis), em diferentes hábitats com cultivos de hortaliças (hort), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de março/2012 a fevereiro/2013.



## Discussão

Existe uma assembleia de moscas da família Dolichopodidae com elevada diversidade de espécies e abundância de indivíduos em propriedades agrícolas que produzem hortaliças com manejo de base ecológica ainda desconhecida no Brasil. Dos 17 gêneros coletados neste trabalho, 16 são registros novos para o Distrito Federal e *Achalcus* e *Corindia*, registros novos para o Brasil (Yang et al., 2006). Quatro novas espécies pertencentes ao gênero *Mberu* foram identificadas, sendo que anteriormente se conhecia apenas uma espécie no Brasil (Capellari & Amorim, 2011). Também foram identificadas novas espécies para os gêneros *Chrysotus* (2 sp.n), *Condylostylus* (1 sp.n.) e *Dactylomyia* (1 sp.n.).

*Condylostylus* é o único gênero da família Dolichopodidae comumente citado em trabalhos sobre comunidade de insetos associados a ambientes agrícolas no Brasil (Seffrin et al., 2006; Togni et al., 2010; Nere et al., 2012; Souza et al., 2013; Harterreiten-Souza et al., 2014). Apesar disso, não foi o gênero mais abundante encontrado neste estudo. *Chrysotus* se destacou não somente em termos de abundância como também em número de espécies. Dessa forma, verifica-se que o grupo ainda é muito negligenciado na região Neotropical (Yang et al., 2006), havendo a possibilidade de que muitas espécies novas sejam identificadas com o aumento das amostragens.

Espécies de *Medetera* têm sido registradas comumente em associação com ambientes florestados, atuando como importantes agentes de controle biológico de larvas de besouros brocadores, especialmente da família Scolytidae (Aukema & Raffa, 2004). Adicionalmente, observou-se que a sua distribuição não se restringe somente a ambientes florestados, podendo ocorrer também em ambientes mais abertos, como de hortaliças e pousio. Possivelmente, isso se deve à associação de

algumas espécies de brocadores às plantas herbáceas (Beaver, 1976) ou arbóreas que circundam a área cultivada, como de eucaliptos (Flechtmann et al., 2001). Já *Thrypticus* sp. e *Corindia* spp. são os únicos gêneros fitófagos (Bickel, 2009). As larvas de *Thrypticus* se alimentam de pecíolos e caules de algumas plantas das famílias Pontederiaceae, Poaceae, Cyperaceae e Juncaceae (Dyte, 1993; Bickel & Hernández, 2004), e larvas de *Corindia* já foram criadas em ramos de *Heliconia* (Heliconiaceae) (Bickel, 2009).

Habitats mais abertos e perturbados pelas práticas agrícolas, como, por exemplo, de hortaliças, contribuíram para o aumento da abundância de dolycopódídeos. Nestes habitats predominam plantas herbáceas que abrigam ampla variedade e quantidade de insetos e outros invertebrados, e estes podem servir como fonte de alimento para o grupo e a manutenção das populações ao longo do tempo (Ulrich, 2004; Henz & Alcântara, 2009). No entanto, a disponibilidade de alimentos encontrados nestas áreas parece não influenciar a dominância de espécies, sugerindo que outros fatores, como, por exemplo, o requerimento de nicho (Begon et al., 2007), atuam na estruturação das assembleias do grupo, mas que ainda precisa ser melhor investigado.

As assembleias de dolycopódídeos apresentaram bom ajuste ao modelo de distribuição log normal em todos os habitats avaliados. Este modelo, comumente, descreve assembleias naturais em equilíbrio e qualquer desvio da distribuição da abundância deve ser indicativo de distúrbio do habitat (Hill & Hamer, 1998; Magurran, 2013). Além disso, pode ser interpretado como uma assembleia de dolycopódídeos em que a maioria das espécies encontradas é residente e poucas são transitórias (Magurran & Henderson, 2003; Ulrich & Ollik, 2004). Esse resultado difere dos padrões geralmente observados para comunidades de insetos em

ecossistemas naturais ou perturbados na região tropical, onde mais de um terço das espécies são raras ou apresentam um único indivíduo (singletons) (Basset et al., 1998; Novotný & Basset, 2000; Harterreiten-Souza et al., 2011).

Habitats de hortaliças e pousio abrigaram maior diversidade de dolícopodídeos adultos quando comparados com as agroflorestas e a vegetação nativa, sugerindo um gradiente inverso ao esperado, com maior diversidade em habitats mais perturbados, contrariando os padrões gerais de estudos de comunidade com outros táxons. Geralmente, a redução da biodiversidade ocorre devido à modificação de habitats naturais e à intensificação do uso da terra (Pimm & Raven, 2000; Flynn et al., 2010; Pacheco et al., 2013; Uchida & Ushimaru, 2014; Lu et al., 2016).

Maior abundância e diversidade de dolícopodídeos encontrados em habitats de hortaliças ou habitats mais perturbados pelas práticas agrícolas podem ser explicadas pelo sistema de manejo orgânico adotado nas propriedades. Por exemplo, um estudo de meta-análise mostrou efeito positivo na riqueza de espécies e abundância de insetos predadores em sistemas orgânicos, quando comparados com sistemas convencionais (Bengtsson et al., 2005). Além disso, nestas áreas observa-se maior complexidade estrutural da paisagem em diferentes níveis de escalas, com plantios em consórcio ou policultivo em uma escala local e no entorno com espécies arbustivas utilizadas como barreiras entre os talhões e manutenção da vegetação espontânea e nativa (Medeiros et al., 2011; Souza et al., 2015). Sistemas de cultivo com vegetação mais diversificada na paisagem são capazes de conservar elevada biodiversidade e compensar alta intensidade de manejo ou perturbação local (Tschardtke et al., 2005; Letourneau et al., 2011; Tschardtke et al., 2012), promovendo agroecossistemas mais resilientes, capazes de reorganizar a biodiversidade após um distúrbio (Tschardtke et al., 2011).

Além disso, verificou-se que habitats menos perturbados, como de agrofloresta e vegetação nativa, também desempenham papel importante para a conservação de espécies de dolípodídeos. Nestas áreas ocorreram uma mudança na composição de espécies (*turn over*) e menor sobreposição de indivíduos. Esta mudança na composição, possivelmente, está relacionada a grupos de espécies mais susceptíveis à perturbação ou não adaptadas ao ambiente modificado pelo homem (assinantrópicas), conforme já observado para algumas espécies de califorídeos e drosofilídeos (Nuorteva, 1963; Melo et al., 2007; Mata & Tidon, 2013). Adicionalmente, essa mudança na composição pode estar associada também a comportamento especializado quanto ao hábito alimentar. Por exemplo, espécies de formigas que apresentam hábitos alimentares generalistas, como *Pheidole* e *Solenopsis*, são as que conseguem persistir em sistemas agrícolas (Pacheco et al., 2013). Dessa forma, a manutenção destes habitats na paisagem agrícola é importante para a conservação de dolípodídeos ao longo do tempo.

Neste estudo, observou-se que habitats com cultivos de hortaliças produzidas em sistema orgânico apresentaram maior abundância e riqueza de espécies de Dolichopodidae. Eles podem funcionar como habitats primários ou possíveis “fontes” quantitativas de indivíduos para habitats vizinhos, como vegetação nativa e agroflorestas, devido à disponibilidade de recurso alimentar (i.e. quantidade e qualidade). Entretanto, a vegetação do entorno da área cultivada também desempenha um papel na conservação e dinâmica populacional, como a dispersão de espécies entre habitats primários (fontes) e temporários (sumidouros), contribuindo, assim, para a manutenção de espécies ao longo do tempo. Um padrão geral da abundância e diversidade foi encontrado neste trabalho, mas a identificação dos mecanismos que afetam diretamente o grupo ainda precisa ser mais bem avaliada.

## Referências Bibliográficas

- Altieri M.A., Letourneau D.K. & Davis J.R. 1983. Developing sustainable agroecosystems. *Bioscience* 33: 45-49.
- Altieri M.A. & Letourneau D.K. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Critical Reviews in Plant Sciences* 2: 131-169.
- Altieri M. 2012. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. 3 ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS-PTA. 400 p.
- Andow D.A. 1983. The extent of monoculture and insect pest populations: a comparison of wheat and cotton. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 9: 25-35.
- Andow D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Aukema B.H. & Raffa K.F. 2004. Behavior of adult and larval *Platysoma cylindrica* (Coleoptera: Histeridae) and larval *Medetera bistriata* (Diptera: Dolichopodidae) during subcortical predation of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Insect Behavior* 17: 115-128.
- Basset Y., Novotný V., Miller S.E. & Springates N.D. 1998. Assessing the impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. *Journal of Applied Ecology* 35: 461-466.
- Beaver R.A. 1976. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera).V. The tribe Xyleborini. *Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie* 80: 15-30.
- Begon M., Townsend C.R. & Harper J.L. 2007. *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 740 p.

- Bengtsson J., Ahnström J. & Weibull A.C. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261-269.
- Bettiol W. 2010. Conversão de sistemas de produção: uma visão global. *In*: Venzon M., Júnior T.J.P. & Pallini A. (Coord.). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa: EPAMIG. p.143-168.
- Bickel D.J. & Hernández M.C. 2004. Neotropical *Thrypticus* (Diptera: Dolichopodidae) reared from water hyacinth, *Eichhornia crassipes*, and other Pontederiaceae. *Annals of the Entomological Society of America* 97(3): 437-449.
- Bickel D.J. 2009. Dolichopodidae (long-legged flies). *In*: Brown B.V., Borkent A., Cumming J.H., Wood D.M., Woodley N.E. & Zumbado M.A. Manual of Central American Diptera. Vol.1. Canada: NRC Research Press. p.671-694.
- Brooks S.E. 2005. Systematics and phylogeny of Dolichopodinae (Diptera: Dolichopodidae). *Zootaxa* 857: 1-158.
- Brown B.V., Borkent A., Cumming J.H., Wood D.M., Woodley N.E. & Zumbado M.A. 2009. Manual of Central American Diptera. Vol.1. Canada: NRC Research Press. 714p.
- Capellari R.S. & Amorim D.S. 2011. *Mberu*, a new neurigonine genus from southeastern Brazil (Diptera: Dolichopodidae). *Zootaxa* 3101: 38-46.
- Capellari R.S. 2017. Dolichopodidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/839>.
- Clarke K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

- Dyte C.E. 1993. The occurrence of *Thrypticus smaragdinus* Gerst. (Dip. Dolichopodidae) in Britain, with remarks on plant hosts in the genus. *Entomologist* 112: 81-84.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487-515.
- Farrell J.G. & Altieri M.A. 2012. Sistemas agroflorestais, *In* Altieri M.A. (ed.). *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*, 3 ed., São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS-PTA. p. 281-304.
- Flechtmann C.A.H., Ottati A.L.T. & Berisford. C.W. 2001. Ambrosia and bark beetles (Scolytidae: Coleoptera) in pine and eucalypt stands in southern Brazil. *Forest Ecology and Management* 142(1- 3): 183-191.
- Flynn D.F.B., Gogol-Prokurat M., Nogeire T., Molinari N., Richers B.T., Lin B.B., Simpson N., Mayfield M.M. & DeClerck F. 2010. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* 12: 22-33.
- Gelbič I. & Olejníček J. 2011. Ecology of Dolichopodidae (Diptera) in a wetland habitat and their potential role as bioindicators. *Central European Journal of Biology* 6: 118-129.
- Gliessman S.R. 2005. *Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável*. 3 ed. Porto Alegre: UFRGS. 653p.
- Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. Paleontological statistics software package for education and data analyses. *Paleontol Electron* 4: 1-9
- Harper D.A.T. (ed.). 1999. *Numerical Palaeobiology*. John Wiley & Sons.
- Harterreiten-Souza E.S., Carneiro R.G., Pires C.S.S. & Sujii E.R. 2011. Impacto do manejo do agroecossistema na distribuição da abundância de espécies de insetos. *Cadernos de Agroecologia* 6: 1-6.

- Harterreiten-Souza É.S., Togni P.H.B., Pires C.S.S. & Sujii E.R. 2014. The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. *Agroforest Systems* 88(2): 205-219.
- Henz GP, Alcântara FA. 2009. Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 237p.
- Hill J.K. & Hamer K.C. 1998. Using species abundance models as indicators of habitat disturbance in tropical forests. *Journal of Applied Ecology* 35: 458-460.
- Horn H.S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Naturalist* 100: 419-424.
- Hunter M.D. 2002. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. *Agricultural and Forest Entomology* 4: 159-166.
- Klink C.A. & Machado R.B. 2005. The Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19: 707-713.
- Koleff P., Gaston K.J. & Lennon J.J. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72: 367-382.
- Landis D.A., Wratten S.D. & Gurr G.M. 2000. Hábitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Letourneau D.K., Armbrrecht I., Rivera B.S., Lerma J.M., Carmona E.J., Daza M.C., Escobar S., Galindo V., Gutiérrez C., López S.D., Mejía J.L., Rangel A.M.A., Rangel J.H., Rivera L., Saavedra C.A., Torres A.M. & Trujillo A.R. 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? a synthetic review. *Ecological Applications* 21: 9-21.



- Lu Z., Hoffmann B.D. & Chen Y. 2016. Can reforested and plantation habitats effectively conserve SW China's ant biodiversity? *Biodiversity and Conservation* 25: 753-770.
- Lundgren J.G., López-Lavalle L.A.B., Parsa S. & Wyckhuys K.A.G. 2014. Molecular determination of predator community of a cassava whitefly in Colombia: pest-specific primer development and field validation. *Journal of Pest Science* 87: 125-131.
- Magdoff F. 2007. Ecological agriculture: principles, practices and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22: 109-117.
- Magurran A.E. & Henderson P.A. 2003. Explaining the excess of rare species in natural species abundance distributions. *Nature* 422: 714-716.
- Magurran, A.E. 2013. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: UFPR. 261p.
- Mata R.A. & Tidon R. 2013. The relative roles of habitat heterogeneity and disturbance in drosophilid assemblage (Diptera, Drosophilidae) in the Cerrado. *Insect Conservation and Diversity* 6: 663-670.
- Medeiros M.A., Harterreiten-Souza É.S., Togni P.H.B., Milane P.V.G.N., Pires C.S.S., Carneiro R.G., Sujii E.S. 2011. Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura. 1 ed. Brasília: Emater-DF. 44p.
- Mello R.S., Queiroz M.M.C., Valgode M.A. & Aguiar-Coelho V.M. 2007. Population fluctuations of calliphorid species (Diptera, Calliphoridae) in the Biological Reserve of Tinguá, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Iheringia* 97: 1-5.
- Nere D.R., Azevedo F.R., Santos M.L.L. & Filho J.T. 2012. Ocorrência de insetos fitófagos e seus inimigos naturais associados a mamoneira (*Ricinus communis* L.). IV Encontro Universitário da UFC no Cariri, Juazeiro do Norte-CE, 17 a 19 de Dezembro.

- Neto P.B., Mecnas V.V., Cardoso E.S. 2005. APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF/ Distrito Federal. Brasília, DF: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Semarh. 543p.
- Novotný V. & Basset Y. 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *OIKOS* 89(3): 564-572.
- Nuorteva P. 1963. Synanthropy of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Finland. *Entomologica Fennica* 29: 1-49.
- Pacheco R., Vasconcelos H.L., Groc S., Camacho G.P. & Frizzo T.L.M. 2013. The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. *Conservation Biology* 22: 983-997.
- Pape T., Bickel D. & Meier R. 2009. Species of Diptera per Family for all regions. *In*: Pape T., Bickel D. & Meier R. (Eds). *Diptera diversity: status, challenges and tools*. Leiden, Boston: Koninklijke Brill NV. p.430-435.
- Pape T., Blagoderov V. & Mostovski M.B. 2011. Order DIPTERA Linnaeus, 1758. *In*: Zhang, Z-Q. (Ed.). *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa* 3148: 222-229.
- Pimm S.L. & Raven P. 2000. Biodiversity by numbers. *Nature* 403: 843-845.
- Ponti P., Altieri M.A. & Gutierrez A.P. 2007. Effects of crop diversification levels and fertilization regimes on abundance of *Brevicoryne brassicae* (L.) and its parasitization by *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) in broccoli. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 209-214.
- Seffrin R.C.A.S., Costa E.C. & Dequech S.T.B. 2006. Artropodofauna do solo em sistemas direto e convencional de cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na região de Santa Maria, RS. *Ciência e Agrotecnologia* 30(4): 597-602.

- Schowalter T.D. 2011. *Insect ecology: an ecosystem approach*. 3. ed. New York: Academic Press. 633p.
- Souza L.M., Harterreiten-Souza É.S., Santos J.P.C.R., Pires C.S.S. & Sujji, E.R. 2015. Técnicas de diversificação da vegetação aumentam a diversidade de inimigos naturais na paisagem agrícola? *Cadernos de Agroecologia* 10(3): 1-6.
- Souza L.P.S., Júnior W.S.E., Pereira D.L., Neto A.L.; Júnior A.L.R.L. & Santos D.C.A. 2013. Levantamento de insetos-predadores para controle biológico de pragas na cultura do feijão caupi. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.
- StatSoft Inc. 2005. *STATISTICA* (data analysis software system), Version 7.1. Disponível em: <http://www.statsoft.com>.
- Tilman D., May R.M., Lehman C.L. & Nowak M.A. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371: 65-66.
- Togni P.H.B., Cavalcante K.R., Langer L.F., Gravina C.S., Medeiros M.A., Pires C.S.S., Fontes E.M.G. & Sujji E.R. 2010. Conservação de inimigos naturais (Insecta) em tomateiro orgânico. *Arquivos do Instituto Biológico* 77: 669-676.
- Tscharntke T., Klein A.M., Kruess A., Steffan-Dewenter I., Thies C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857-874.
- Tscharntke T., Clough Y., Bhagwat S.A., Buchori D., Faust H., Hertel D., Hölscher D., Jührbandt J., Kessler M., Perfecto I., Scherber C., Schroth G., Veldkamp E. & Wanger T.C. 2011. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – a review. *Journal of Applied Ecology* 48: 619-629.
- Tscharntke T., Clough Y., Wanger T.C., Jackson L., Motzke I., Perfecto I., Vandermeer J. & Whitbread A. 2012. Global food security, biodiversity

- conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* 151: 53-59.
- Uchida K. & Ushimaru A. 2014. Biodiversity declines due to abandonment and intensification of agricultural lands: patterns and mechanisms. *Ecological Monographs* 84: 637-658.
- Ulrich H. 2004. Predation by adult Dolichopodidae (Diptera): a review of literature with an annotated prey-predator list. *Studia Dipterologica* 11(2): 369-403.
- Ulrich W. & Ollik M. 2004. Frequent and occasional species and the shape of relative-abundance distributions. *Diversity and Distributions* 10: 263-269.
- Yang D., Zhu Y., Wang M. & Zhang L. 2006. *World Catalog of Dolichopodidae (Insecta: Diptera)*. Beijing: China Agricultural University Press. 740p.

**Abundância de moscas predadoras *Condylostylus* e *Chrysotus* (Diptera: Dolichopodidae) em sistemas de produção de hortaliças de base ecológica**

Moscas pertencentes à família Dolichopodidae são comuns e abundantes em sistemas agrícolas, quando comparadas com outros grupos de insetos (Harterreiten-Souza et al., 2014). A maioria das espécies é predadora generalista e se alimenta de diversos insetos, incluindo algumas pragas de importância agrícola (i.e. mosca-branca, pulgões e besouros brocadores) e outros invertebrados de corpo mole (Aukema & Raffa, 2004; Ulrich, 2004; Bickel, 2009) e, por isso, pode ser importante agente de controle biológico. No entanto, os fatores ambientais que influenciam sua flutuação populacional são desconhecidos.

A adoção de práticas sustentáveis para o funcionamento de sistemas agrícolas com menor dependência por insumos externos para a produção e controle de pragas já é bastante comum. Uma das práticas sustentáveis inclui a diversificação de plantas na escala local da propriedade por meio de cultivos em consórcios ou policultivos (Ponti et al., 2007; Togni et al., 2010; Sujii et al., 2010) e no entorno da área cultivada com faixas de plantas espontâneas (Amaral et al., 2013; Thomson & Hoffmann, 2013), áreas de pousio com cultivos de plantas de cobertura (Altieri, 2012) e faixas de agroflorestas que podem funcionar como barreiras e corredores ecológicos (Bhagwat et al., 2008; Farrell & Altieri, 2012; Harterreiten-Souza et al., 2014).

O incremento da vegetação na paisagem agrícola objetiva promover o aumento da biodiversidade, as interações entre as espécies e favorecer os serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, o controle biológico (Altieri & Letourneau, 1982;

Landis et al., 2000; Medeiros et al., 2010; Letourneau et al., 2011; Wyckhuys et al., 2013). No entanto, poucos são os trabalhos nos quais se avalia a abundância de uma mesma espécie em diferentes habitats, no intuito de estabelecer estratégias de manejo para a conservação (Pulliam & Danielson, 1991).

Habitats cultivados e não cultivados na paisagem agrícola apresentam múltiplas funcionalidades para a biodiversidade, funcionando como local de reprodução, fonte de recurso alimentar ou como refúgio para a dispersão de insetos entre as áreas adjacentes (Landis et al., 2000; Kramer-Schadt et al., 2011; Amaral et al., 2013). Em uma abordagem teórica de dinâmica de habitats, aqueles considerados de boa qualidade (habitats fontes) estão diretamente relacionados com o sucesso reprodutivo e a disponibilidade do recurso alimentar, produzindo populações mais abundantes e sustentáveis ao longo do tempo. Em contrapartida, em habitats de baixa qualidade (habitats sumidouros), que podem ser colonizados por meio da dispersão, as espécies não conseguem aumentar a densidade populacional e, com o passar do tempo, a população declina ou desaparece na ausência da imigração do habitat fonte (Pulliam, 1988; Loreau et al., 2013).

O estudo com abordagem de habitats fonte e sumidouro já foi feito para algumas espécies de dípteros quironomídeos terrestres (Frouz & Kindlmann, 2001). Neste caso, manchas abertas em estágios iniciais da sucessão foram identificadas como habitats fonte, pois apresentaram boa qualidade de alimento para as larvas e serviram como locais de oviposição para os adultos. No entanto, no verão, eles são susceptíveis à dessecação (Frouz & Kindlmann, 2001). Dessa forma, a abundância populacional pode ser afetada não somente pelas características do habitat, mas também em função das variáveis ambientais (i.e. temperatura, umidade) (Amorós-Jiménez et al., 2012).

As moscas da família Dolichopodidae são predadoras generalistas (Ulrich, 2004), são abundantes e comumente encontradas em sistemas agrícolas. A maioria se alimenta de espécies de importância agrícola, como mosca-branca, tripses e ácaros (Ulrich, 2004; Bickel, 2009; Pape et al., 2009). Os adultos são voadores ativos e capazes de se deslocar facilmente à procura de habitats mais favoráveis. Dessa forma, foram selecionados os dois gêneros mais abundantes em sistemas agrícolas, *Condylostylus* e *Chrysotus* (Harterreiten-Souza et al., 2014; Cap. 1), como grupos modelo para testar como algumas variáveis bióticas e abióticas podem afetar sua abundância populacional.

O objetivo, neste estudo, foi avaliar se diferentes habitats de propriedades agrícolas apresentam diferenças na abundância de moscas Dolichopodidae servindo como fonte ou sumidouro de suas populações. Para alcançar o objetivo proposto formularam-se as seguintes questões: (i) há influência dos habitats (pousio, hortaliças, agrofloresta e vegetação nativa) na abundância de *Condylostylus* e *Chrysotus*? (ii) o tipo de plantas associadas a estes habitats (cultivadas e espontâneas) e a abundância potencial de uma presa (mosca-branca) contribui para o aumento da abundância de adultos? e (iii) variações sazonais afetam a abundância e distribuição temporal?

## **Material e Métodos**

### *Área de estudo*

A região onde foi realizado o presente estudo está inserida no bioma Cerrado e apresenta duas estações sazonais bem marcantes. A estação seca ocorre, geralmente, nos meses de maio a setembro, enquanto a estação chuvosa inicia-se em outubro e se estende até abril. No geral, a temperatura varia entre 22°C a 27°C e a precipitação é de 1.200 mm por ano. Entretanto, baixas temperaturas (<15°C) e umidade relativa do ar

(<15%) são comumente observadas no auge da estação seca, ocorrendo normalmente em agosto (Klink & Machado, 2005).

O estudo foi realizado em cinco propriedades rurais de produção orgânica localizadas em Taguatinga, Ceilândia, Lago Oeste, Paranoá e Lamarão, todas no Distrito Federal (Figura 1).

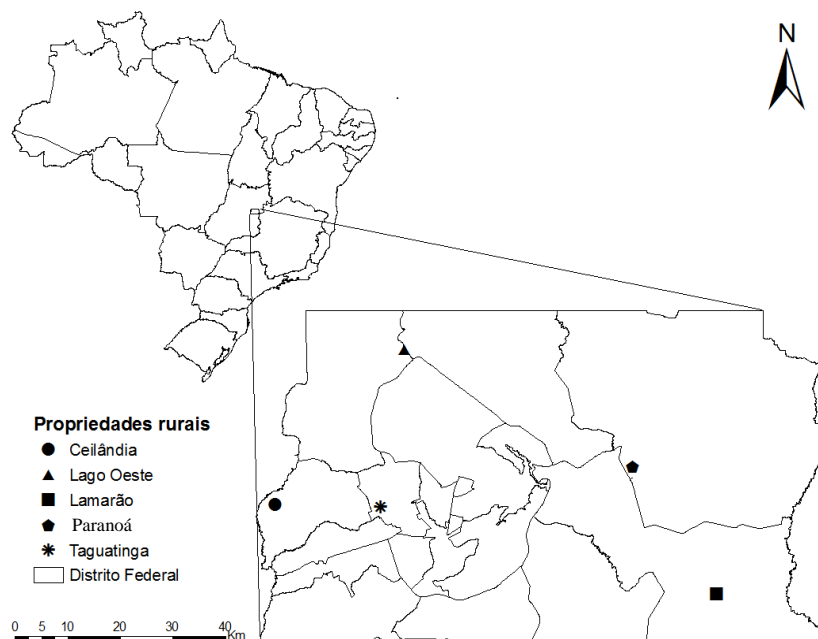


Figura 1. Localização geográfica das propriedades rurais de base ecológica amostradas no Distrito Federal, Brasil.

Habitats com cultivo de hortaliças, pousio, agrofloresta e vegetação nativa foram amostrados em Taguatinga e Lago Oeste; cultivos de hortaliças, pousio e agrofloresta foram amostrados em Ceilândia e cultivos de hortaliças, pousio e vegetação nativa foram amostrados em Lamarão e Paranoá. Um resumo das principais características de cada habitat é mostrado na tabela 1 (para mais detalhes, ver a descrição de cada habitat no cap.1). Estes habitats foram selecionados pelo fato de serem comumente utilizados em sistemas agroecológicos de produção de hortaliças, visando ao aumento da diversificação da vegetação na paisagem agrícola para conservar a biodiversidade e favorecer os serviços ecológicos.



Tabela. 1. Principais características de cada hábitat relacionadas às diferentes práticas de manejo de produção e perturbação, em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014.

Características dos habitats	Tipos de habitats			
	Hortaliças	Pousio	Agrofloresta	Vegetação nativa
Sistema de irrigação	presente	ausente	ausente	ausente
Porte da vegetação	herbácea	herbácea	arbusto/arbórea	arbórea
Uso da terra	produção	descanso do solo	incremento da vegetação	conservação
Perturbação humana	intensa	intensa-média	média	ausente

\*Perturbação humana intensa: manejo das plantas diariamente;

\*Perturbação humana média: manejo mensal ou esporádico.

### *Método de coleta*

As moscas predadoras e suas presas potenciais (mosca-branca) foram amostradas com armadilhas adesivas amarelas, nas dimensões 20 x 15 cm, instaladas em um transecto equidistante, aproximadamente, 10 m uma das outras, permanecendo no local por 72 horas (Fig. 2). Em cada hábitat foram instaladas quatro armadilhas, mensalmente, no período de maio/2013 a abril/2014.

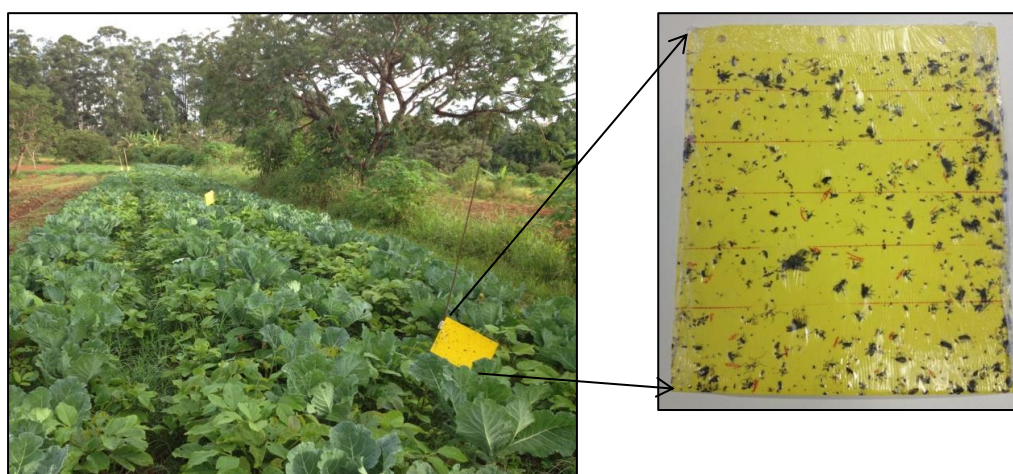


Figura 2. Exemplo de armadilha adesiva amarela utilizada em hábitat com cultivos de hortaliças, Taguatinga, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014.

A mesma metodologia foi usada para avaliar a abundância de adultos da mosca-branca nos diferentes habitats e sua correlação com a abundância do predador.

O tipo de planta predominante também foi avaliado como fator que afeta a abundância de *Condylostylus* e *Chrysotus*. Em habitats de hortaliças, com predominância de plantas brássicas em monocultivo, foram realizadas 28 amostragens; com plantas brássicas em consórcio (outras hortaliças ou leguminosas) foram 10 amostragens e com brássicas em policultivos (com até 10 espécies de hortaliças) foram 26 amostragens. Já em habitats de pousio, com predominância de gramíneas (i.e. braquiária, milho e aveia preta), 13 amostragens foram realizadas; com predominância de leguminosa (mucuna) foram 22 amostragens e com predominância de plantas espontâneas (i.e. picão, caruru, mentrasto, braquiária, margaridão) foram 47 amostragens.

Já a comparação da abundância do predador entre as estações sazonais, considerou-se o período de julho a setembro de 2013 como a estação de seca e o período de janeiro a março de 2014 como a estação chuvosa. Esta amostragem foi repetida nos mesmos meses no ano de 2016. Durante este estudo, a precipitação máxima acumulada foi em torno de 50 mm/mês, durante a estação seca foi de 350 mm/mês, durante a estação chuvosa. Os dados de precipitação da região foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

#### *Análise dos dados*

Os efeitos de habitats na abundância do predador e da presa, bem como o tipo de plantas e a distribuição mensal da abundância de *Condylostylus* e *Chrysotus*, foram comparados por meio da análise de variância Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo teste de Dunn pareado. O coeficiente de correlação de Pearson foi usado no intuito de verificar a associação entre o aumento da abundância do predador com o aumento da abundância da presa. Já o efeito da sazonalidade (seca e chuva) entre os

diferentes grupos de predadores foi avaliado por meio de teste t com variâncias separadas. Os dados foram analisados com o auxílio do programa Statistica 7.1 e Sigma Plot 12.0.

## **Resultados**

No total, 22.705 indivíduos foram coletados, sendo *Condylostylus* o gênero mais abundante (22.182 indivíduos), representando quase 98% da abundância total, seguido por *Chrysotus* (523 indivíduos).

Habitats com cultivo de hortaliças e pousio abrigaram maior abundância média ( $\pm$ EP) mensal, por armadilha, para ambos os grupos de *Condylostylus* (KW- $H_{(3;816)} = 384,49$ ;  $P < 0,0001$ ) e *Chrysotus* (KW- $H_{(3;816)} = 100,43$ ;  $P < 0,0001$ ), com uma redução significativa da abundância em relação ao habitat de vegetação nativa (Fig. 3).

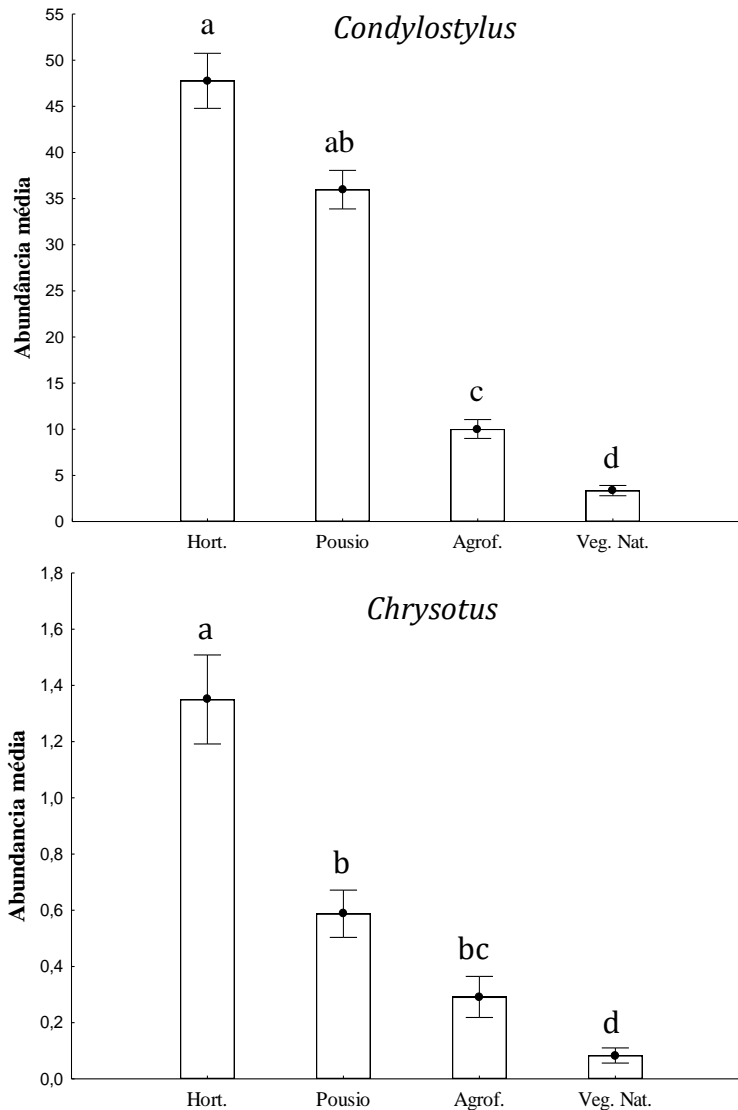


Figura 3. Abundância média (+EP), mensal, por armadilha, de moscas *Condylotylus* e *Chrysotus*, em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014. Barras com diferentes letras são estatisticamente diferentes umas das outras ( $P < 0,05$ ).

Habitats de hortaliças com plantios de brássicas em monocultivo, consórcio e policultivos não influenciaram a abundância média, por armadilha, de *Condylotylus* ( $KW-H_{(2;64)} = 4,634$ ;  $P = 0,10$ ) e *Chrysotus* ( $KW-H_{(2;64)} = 5,452$ ;  $P = 0,065$ ). Resultados semelhantes também foram encontrados em habitats de pousio com predominância de gramíneas, leguminosas e plantas espontâneas para ambos os grupos de *Condylotylus* ( $KW-H_{(2;82)} = 2,881$ ;  $P = 0,23$ ) e *Chrysotus* ( $KW-H_{(2;82)} = 1,756$ ;  $P = 0,41$ ).

A abundância da mosca-branca, potencial presa dos dolícopodídeos, também foi avaliada nos diferentes habitats e um total de 424.789 indivíduos foi coletado. Maior abundância média, por armadilha, foi encontrada no habitat com cultivo de hortaliças, que diferiu significativamente da agrofloresta e da vegetação nativa (KW- $H_{(3;816)} = 27,399; P < 0,0001$ ) (Fig. 4).

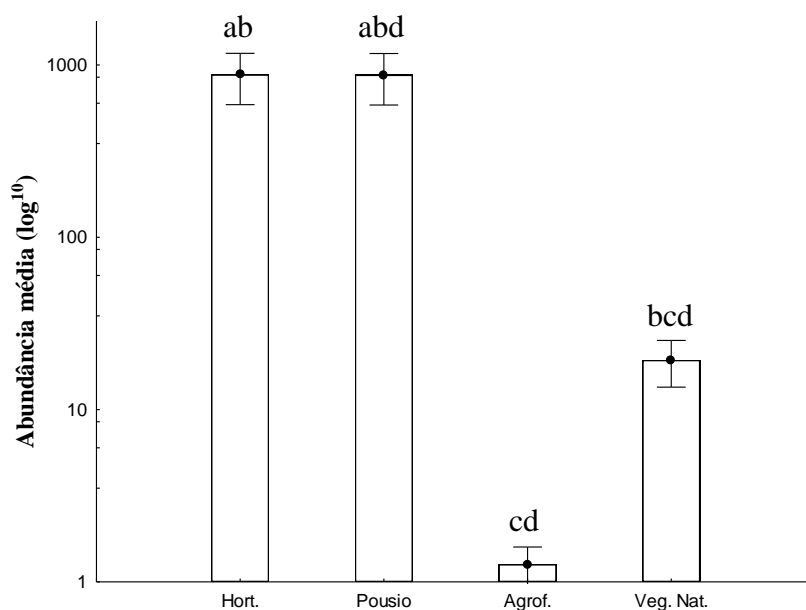


Figura 4. Abundância média em escala  $\log^{10}$  (+EP), por armadilha, da mosca-branca, em diferentes habitats com cultivos de hortaliças (hort.), pousio, agrofloresta (agrof.) e vegetação nativa (veg. nat.), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014. Barras com diferentes letras são estatisticamente diferentes umas das outras ( $P < 0,05$ ).

A abundância de moscas predadoras *Condylostylus* ( $r = -0,152; P = 0,636; n = 12$ ) e *Chrysotus* ( $r = -0,209; P = 0,515; n = 12$ ) não foi correlacionada com a abundância da presa potencial, mosca-branca (*Bemisia tabaci*), em habitats de hortaliças.

A abundância de dolícopodídeos estava desigualmente distribuída ao longo do ano, com maiores valores médios iniciando em outubro-novembro e com um pico maior ocorrendo em dezembro-janeiro, correspondendo à estação chuvosa (KW- $H_{(11;816)} = 92,707; P < 0,0001$ ) (Fig. 5).

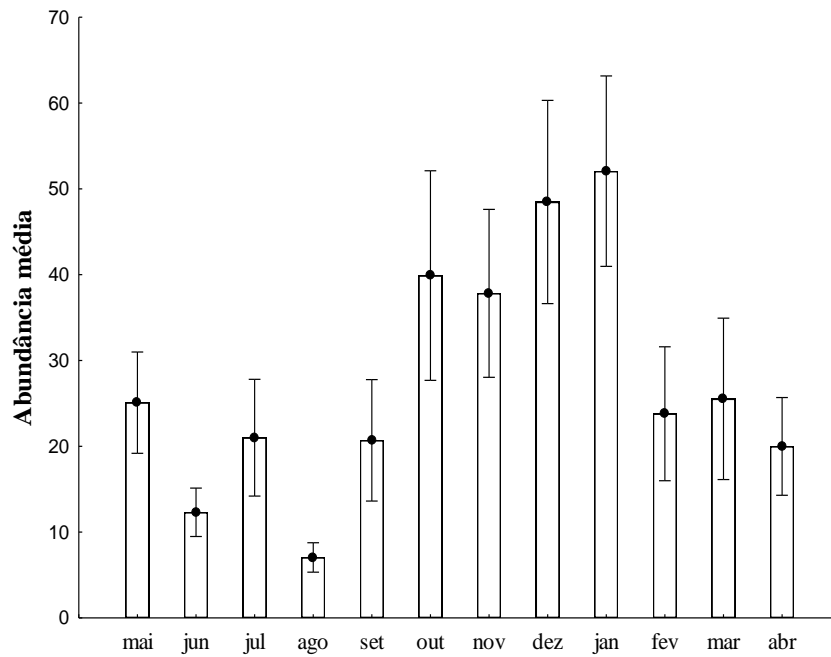


Figura 5. Abundância média (+EP), mensal, por armadilha, de moscas Dolichopodidae, coletadas em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil, durante o período de maio/2013 a abril/2014.

A abundância de cada grupo foi comparada entre as estações e diferenças significativas foram encontradas para *Condylostylus* ( $t_{(642,24)} = -4,67$ ;  $P < 0,001$ ) e *Chrysotus* ( $t_{(508,35)} = -4,11$ ;  $P < 0,001$ ), com maior abundância na estação chuvosa, comparado com a estação de seca (Fig. 6).

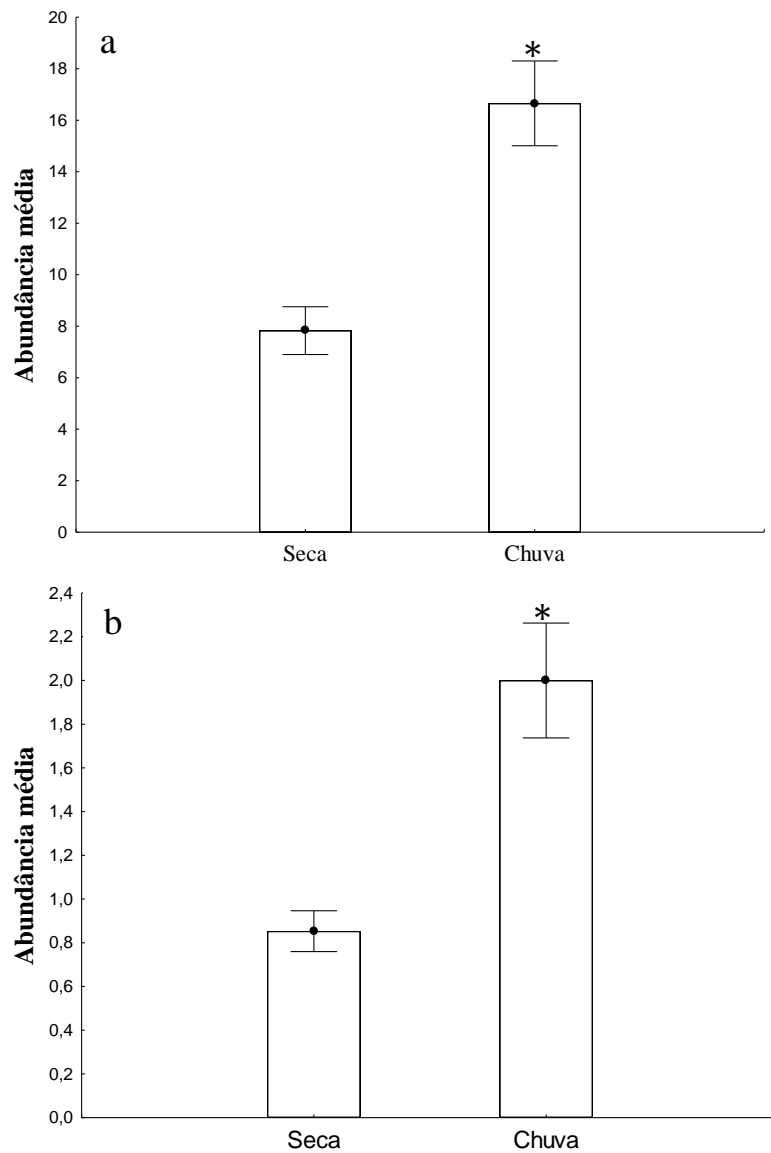


Figura 6. Abundância média (+EP), mensal, por armadilha, de moscas *Condyllostylus* (a) e *Chrysotus* (b), nas estações de seca (jul-set/2013-2016) e de chuva (jan-mar/2014-2016), em propriedades rurais de base ecológica, Distrito Federal, Brasil. Asterisco (\*) indica diferença significativa entre as amostras ( $P < 0,05$ ).

## Discussão

Habitats com cultivo de hortaliças abrigaram maior abundância de ambos os gêneros *Condyllostylus* e *Chrysotus*. Nestes habitats há a predominância de plantas brássicas, que são hospedeiras de uma variedade de insetos-praga, que incluem pulgões (i.e. *Myzus persicae* e *Brevicoryne brassicae*) e mosca-branca (i.e. *Bemisia tabaci*) (Branco & Guimarães, 1985; Costello & Altieri, 1995; Oliveira et al., 2001; Ponti et al., 2007; Henz & Alcântara, 2009; Abd-Rabou & Simmons, 2010; Shah &

Liu, 2013), os quais servem de alimento para dolícopodídeos (Ulrich, 2004). Harterreiten-Souza et al. (2014) também encontraram resultados similares, com maior abundância de moscas *Condylostylus* em habitats de hortaliças, quando comparados com habitats de agroflorestas.

Habitats de pousio também favoreceram a ocorrência de maior abundância de *Condylostylus*. Nestes habitats há a predominância de plantas herbáceas cultivadas (i.e. sorgo, milho, mucuna, feijão de porco) ou espontâneas (i.e. picão, mentrasto, margaridão, braquiária, mamona), que também abrigam uma variedade de insetos-praga que podem servir como fonte de alimento, como pulgões e mosca-branca (Eira et al., 1998; Oliveira et al., 2001; Viana et al., 2010; Waquil et al., 2012; Amaral et al., 2013). Dessa forma, pode funcionar também com habitat fonte alternativo para a manutenção do grupo na paisagem agrícola.

O tipo de plantas encontradas em habitats de hortaliças e pousio não afetou a abundância de ambos os gêneros de dolícopodídeos. Mas, o aumento da abundância de sua presa potencial, mosca-branca *Bemisia tabaci*, parece favorecer a abundância de *Condylostylus* e *Chrysotus* em habitats de hortaliças. No entanto, a abundância destes predadores não apresentou correlação com o aumento da abundância de mosca-branca, sugerindo que não há uma interação densidade-dependente com resposta numérica da população do predador em relação à mosca-branca e que, talvez, outros fatores sejam mais importantes, como o tipo de alimento ou valor nutricional da presa. Por exemplo, larvas de moscas *Pseudodorus clavatus* (Syrphidae) são especialistas na predação de pulgões, mas uma maior porcentagem de sobrevivência foi observada quando alimentadas de pulgões *Schizaphis graminum* (Aphididae) em vez de *Aphis spiraecola* (Aphididae) e *Toxoptera citricida* (Aphididae), sugerindo que a presa *S. graminum* apresente valores nutricionais necessários para o completo



desenvolvimento de todos os estágios larvais deste predador (Belliure & Michaud, 2001; Auad, 2003).

Fatores sazonais afetaram a abundância de ambos os gêneros aqui estudados, com maiores valores encontrados na estação chuvosa. Dessa forma, verificou-se que as características microclimáticas da região, como temperatura e umidade, também atuam como mecanismos regulatórios da abundância populacional dessas moscas predadoras. Estes resultados contrariam os padrões gerais observados para a ordem Diptera no Cerrado (Pinheiro et al., 2002; Silva et al., 2011) e para algumas espécies de moscas decompositoras do gênero *Taeniaptera* (Diptera: Micropezidae) (Harterreiten-Souza et al., 2016).

Neste estudo, observou-se que habitats com cultivos de hortaliças produzidos organicamente favoreceram a abundância de espécies de *Condylostylus* e *Chrysotus*. Estes habitats podem funcionar como fontes, devido às características locais, como a disponibilidade e a concentração de recurso alimentar (i.e. insetos-praga) (Rosenheim, 2001). Alguns estudos demonstram a ocorrência de várias plantas cultivadas ou espontâneas associadas a estes habitats que podem fornecer alimento alternativo para insetos predadores, como por exemplo, pólen e néctar (Laubertie et al., 2012; Amaral et al., 2013; Amaral et al., 2015) e, dessa forma, contribuir também para a sobrevivência destas moscas predadoras nessas áreas. No entanto, a qualidade ou o valor nutricional destes recursos (principal ou alternativo) para a sobrevivência dos grupos aqui estudados devem ser avaliados.

Além disso, as práticas de manejo adotadas nestes habitats, como, por exemplo, a manutenção do solo e a irrigação das plantas (Henz & Alcântara, 2009), também parecem favorecer a abundância desses predadores, com condições microclimáticas favoráveis. Por outro lado, habitats com vegetação mais fechada, como agroflorestas e

vegetação nativa, apresentaram populações com baixa abundância e, dessa forma, foram caracterizados como drenos ou sumidouros na paisagem agrícola (Rosenheim, 2001). Mas, neste estudo, consideramos apenas a fase adulta, uma vez que o hábitat da fase larval é desconhecido para *Condylostylus* e *Chrysotus*, podendo ser encontradas algumas espécies que podem persistir nestes hábitats ao longo do tempo pela imigração continuada de espécies pertencentes às áreas vizinhas fonte (Pulliam, 1988; Dias, 1996; Loreau et al., 2013).

Hábitats como as agroflorestas e vegetação nativa próximos das áreas cultivadas devem ser mantidos na paisagem agrícola, uma vez que elas são mais estáveis ao longo do tempo e podem funcionar como “trampolins” (*stepping stones*) para aumentar a conectividade em uma paisagem fragmentada ou local de refúgio para a conservação e manutenção dessas moscas predadoras e outros inimigos naturais ao longo do tempo (Bhagwat et al., 2008; Kramer-Schadt et al., 2011; Harterreiten-Souza et al., 2014), mas que ainda precisa ser melhor avaliado.

### **Referências Bibliográficas**

- Abd-Rabou S. & Simmons A.M. 2010. Survey of Reproductive Host Plants of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Egypt, Including New Host Records. Entomological News 121(5): 456-465.
- Altieri M.A. & Letourneau D.K. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop Protection 4: 405-430.
- Altieri M. 2012. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3 ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS-PTA. 400p.

- Amaral D.S.S.L., Venzon M., Duarte M.V.A., Sousa F.F., Pallini A. & Harwood J.D. 2013. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. *Biological Control* 64: 338-346.
- Amaral D.S.S.L., Venzon M., Perez A.L., Schmidt J.M. & Harwood J.D. 2015. Coccinellid interactions mediated by vegetation heterogeneity. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 156: 160-169.
- Amorós-Jiménez R., Pineda A., Fereres A. & Marcos-García M.Á. 2012. Prey availability and abiotic requirements of immature stages of the aphid predator *Sphaerophoria rueppellii*. *Biological Control* 63: 17-24.
- Auad A.M. 2003. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology* 32(3): 475-480.
- Aukema B.H. & Raffa K.F. 2004. Behavior of adult and larval *Platysoma cylindrica* (Coleoptera: Histeridae) and larval *Medetera bistriata* (Diptera: Dolichopodidae) during subcortical predation of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Insect Behavior* 17: 115-128.
- Bhagwat S.A., Willis K.J., Birks H.J.B. & Whittaker R.J. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution* 23: 261-267.
- Belliure B. & Michaud J.P. 2001. Biology and behavior of *Pseudodorus clavatus* (Diptera: Syrphidae), an important predator of citrus aphids. *Annals of the Entomological Society of America* 94: 91-96.
- Bickel D.J. 2009. Dolichopodidae (long-legged flies). *In*: Brown B.V., Borkent A., Cumming J.H., Wood D.M., Woodley N.E. & Zumbado M.A. *Manual of Central American Diptera*. vol. 1. Canada: NRC Research Press. p.671-694.

- Branco M.C. & Guimarães A.L. 1985. Controle da traça das crucíferas em repolho. *Horticultura Brasileira* 3(2): 47-53.
- Costello M.J. & Altieri M.A. 1995. Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 52(2-3): 187-196.
- Dias P.C. 1996. Sources and sinks in population biology. *TREE* 11(8): 326-330.
- Eira P.A., Duque F.F., De-Polli H., Souto S.M., Almeida D.L., Santos G.A., Demétrio R., Cunha L.H., Freire L.R. 1998. Adubos e corretivos. *In: De-Polli H. (Coord.). Manual de adubação orgânica para o estado do Rio de Janeiro. Itaguaí: Editora Universidade Rural. p.38-63.*
- Farrell J.G. & Altieri M.A. 2012. Sistemas agroflorestais. *In: Altieri M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3 ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão popular, AS-PTA. p.281-304.*
- Frouz J. & Kindlmann P. 2001. The role of sink to source re-colonisation in the population dynamics of insects living in unstable habitats: an example of terrestrial chironomids. *OIKOS* 93: 50-58.
- Harterreiten-Souza É.S., Togni P.H.B., Pires C.S.S. & Sujii E.R. 2014. The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. *Agroforestry System* 88(2): 205-219.
- Harterreiten-Souza É.S., Pujol-Luz J.R. & Sujii E.R. 2016. Influence of various farmland habitats on abundance of *Taeniaptera* (Diptera: Micropezidae). *Florida Entomologist* 99(4): 740-743.

- Henz G.P. & Alcântara F.A. 2009. Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 237p.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível: [http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=termo\\_uso](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=termo_uso).
- Klink C.A. & Machado R.B. 2005. The Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19: 707-713.
- Kramer-Schadt S., Kaise T.S., Frank K. & Wiegand. 2011. Analyzing the effect of stepping stones on target patch colonisation in structured landscapes for Eurasian lynx. *Landscape Ecology* 26: 501-513.
- Landis D.A., Wratten S.D. & Gurr G.M. 2000. Hábitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Laubertie E.A., Wratten S.D. & Hemptinne J.L. 2012. The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. *Biological Control* 61: 1-6.
- Letourneau D.K., Armbrrecht I., Rivera B.S., Lerma J.M., Carmona E.J., Daza M.C., Escobar S., Galindo V., Gutiérrez C., López S.D., Mejía J.L., Rangel A.M.A., Rangel J.H., Rivera L., Saavedra C.A., Torres A.M. & Trujillo A.R. 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? a synthetic review. *Ecological Applications* 21: 9-21.
- Loreau M., Daufresne T., Gonzalez A., Gravel D., Guichard F., Leroux S.J, Loeuille N., Massol F. & Mouquet N. 2013. Unifying sources and sinks in ecology and Earth sciences. *Biological Reviews* 88: 365-379.

- Medeiros M.A., Harterreiten-Souza É.S., Togni P.H.B., Milane P.V.G.N., Pires C.S.S., Carneiro R.G. & Sujii E.R. 2010. Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura. Brasília: Emater-DF. 44p.
- Oliveira M.R.V., Henneberry T.J. & Anderson P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20: 709-723.
- Pape T., Bickel D. & Meier R. 2009. Species of Diptera per Family for all regions. *In*: Pape T., Bickel D. & Meier R. (Eds). *Diptera diversity: status, challenges and tools*. Leiden, Boston: Koninklijke Brill NV. p.430-435.
- Pinheiro F., Diniz I.R., Coelho D., Bandeira M.P.S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology* 27: 132-136.
- Ponti P., Altieri M.A. & Gutierrez A.P. 2007. Effects of crop diversification levels and fertilization regimes on abundance of *Brevicoryne brassicae* (L.) and its parasitization by *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) in broccoli. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 209-214.
- Pulliam H.R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist* 132(5): 652-661.
- Pulliam H.R. & Danielson B.J. 1991. Sources, sinks, and hábitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *The American Naturalist* 137: 50-66.
- Rosenheim J.A. 2001. Source-sink dynamics for a generalist insect predator in habitats with strong higher-order predation. *Ecological Monographs* 71: 93-116.
- Shah M.M.R. & Liu T.X. 2013. Feeding experience of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) affects their performance on different host plants. *PLOS ONE* 8(10): 1-11.

- Silva N.A.P., Frizzas M.R. & Oliveira C.M. 2011. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55: 79-87.
- Sujii E.R., Venzon M., Medeiros M.A., Pires C.S.S & Togni P.H.B. 2010. Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica. *In: Venzon M., Júnior T.J.P & Pallini A. (Coord.). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa: EPAMIG. p.143-168.*
- Togni P.H.B., Laumann R.A., Medeiros M.A. & Sujii E.R. 2010. Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* biotype B. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 136: 164-173.
- Thomson L.J. & Hoffmann A.A. 2013. Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. *Biological Control* 64: 57-65.
- Ulrich H. 2004. Predation by adult Dolichopodidae (Diptera): a review of literature with an annotated prey-predator list. *Studia Dipterologica* 11(2): 369-403.
- Viana P.A., Mendes S. & Cruz I. 2010. Cultivo do milheto. Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de produção 3, versão eletrônica 2. ed. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto\\_2\\_ed/pragas.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto_2_ed/pragas.htm).
- Waquil J.M., Mendes S.M. & Viana P.A.V. 2012. Cultivo do sorgo. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção 2, versão eletrônica, 8 ed.. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_8\\_ed/pragas.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/pragas.htm).
- Wyckhuys K.A.G., Lu Y., Morales H., Vazquez L.L., Legaspi J.C., Eliopoulos P.A. & Hernandez L.M. 2013. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. *Biological Control* 65: 152-167.

### **Bionomia de espécies de *Condylostylus* (Diptera: Dolichopodidae)**

Estudos com dolícopodídeos são focados na descrição de espécies, com poucas informações bioecológicas (Bickel, 2009). A maioria das espécies é reconhecida pelo corpo delgado, de coloração verde metálica e com longas pernas. Uma das características que distinguem *Condylostylus* de outros gêneros é a presença de vértice da cabeça escavado, da veia M distintamente ramificada e do escutelo com dois pares de cerdas (Robinson & Vockeroth, 1981; Bickel, 2009). Este gênero pertence à subfamília Sciapodinae, com 262 espécies conhecidas no mundo e 65 espécies registradas no Brasil (Yang et al., 2006).

Os dolícopodídeos são, geralmente, encontrados em habitats quentes e úmidos, como por exemplo, pântanos e manguezais (Dyte, 1959; Bickel, 2009; Gelbič & Olejníček, 2011). Na paisagem agrícola, os *Condylostylus* adultos são encontrados durante todo o ano. Entretanto, os maiores valores de abundância são encontrados na estação chuvosa, comparado com a estação de seca (ver Cap. 2). Esse padrão sazonal também já foi observado para outros grupos de insetos na região do Cerrado do planalto central brasileiro (Pinheiro et al., 2002; Silva et al., 2011), mas os fatores que favorecem o aumento da população ainda precisam ser avaliados.

A maioria das espécies de dolícopodídeos é de predadores generalistas de pequenos invertebrados de corpo mole. Pelo menos 168 espécies de dolícopodídeos pertencentes a 47 gêneros já foram observados com esse hábito alimentar (Ulrich, 2004). As presas são esmagadas entre os lábios, puncionados com lâminas epifaríngeas e seus fluidos corporais absorvidos pela pseudotraqueia em forma de um



tubo, dentro das labelas (Bickel, 2009). Espécies de *Condylostylus* têm sido registradas predando pequenas aranhas, ácaros fitófagos (Tetranychidae: *Metatetranychus ulmi*), ninfas de cigarrinhas (Cicadellidae: *Empoasca fabae*), moscas (Agromyzidae: *Liriomyza trifoliarum*), mosquitos (Sciaridae), mosca-negra dos citros (Aleyrodidae: *Aleurocanthus woglumi*), pulgões (Aphididae: *Aphis craccivora*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*) e tripes (Thripidae: *Frankliniella tritici*) (Ulrich, 2004). O fato de serem predadoras generalistas sugere que as fontes de alimento principal sejam de origem proteica.

Informações biológicas e aspectos reprodutivos de dolicopodídeos neotropicais não são conhecidos, e os poucos trabalhos existentes se referem às espécies que ocorrem nas regiões neártica (Williams, 1938a,b; Corpus, 1986), e paleártica (Beaver, 1966; Sunose & Satô, 1994). Apesar de *Condylostylus* ser um gênero com muitas espécies, são escassas as informações biológicas, sobre as influências de fatores ambientais e as características intrínsecas das espécies na dinâmica populacional do grupo.

Dessa forma, os objetivos neste estudo, foram: (i) avaliar a influência da temperatura e do estresse hídrico causado pela baixa umidade na viabilidade de ovos e o desenvolvimento embrionário de espécies de *Condylostylus*; (ii) avaliar a contribuição de recursos alimentares, de origem proteica e de carboidrato, na sobrevivência de adultos e (iii) descrever o comportamento reprodutivo do grupo. Aqui, foram testadas as seguintes hipóteses: (i) a umidade e a temperatura local podem afetar a viabilidade de ovos e o tempo de desenvolvimento embrionário de espécies de *Condylostylus*; (ii) alimentos de origem proteica contribuem para o aumento da sobrevivência dos adultos. O conhecimento de como as moscas *Condylostylus* respondem a estas variáveis pode ser útil para propor estratégias para a

conservação ou maximização do controle biológico de pragas agrícolas pelos grupos aqui estudados.

## Material e Métodos

### *Agrupamento de espécies para estudo de bionomia e reprodução*

Fêmeas de *Condylostylus* foram capturadas diretamente sobre as plantas em áreas de produção orgânica de hortaliças em diferentes propriedades rurais do Distrito Federal. A coleta foi realizada com o auxílio de potes de plástico e as moscas identificadas por meio de chaves dicotômicas (Bickel, 2009). As espécies foram agrupadas artificialmente em: a) *Condylostylus* “grupo asas-manchadas”, b) *Condylostylus* “grupo-caudatus” e c) *Condylostylus longicornis* (Fig. 1).



Figura 1. Espécies de moscas *Condylostylus* utilizadas nos experimentos de sobrevivência em relação ao recurso alimentar. A) *C.* “grupo “asas-manchadas”; B) *C.* “grupo-caudatus”; C) *C. longicornis*.

### *Viabilidade dos ovos e tempo de desenvolvimento embrionário após estresse hídrico devido à baixa umidade*

Fêmeas grávidas foram capturadas em campo e isoladas em potes de plástico (50 mL), no laboratório para a obtenção de ovos. Após a oviposição, os ovos foram distribuídos em placas de Petri de 30 mm de diâmetro, com dupla camada de papel filtro, em intervalo de tempo não superior a 24 horas após a oviposição, e submetidos aos tratamentos: (i) substrato umedecido após a oviposição, (ii) substrato umedecido após 48 horas, (iii) substrato umedecido após 96 horas, (iv) substrato umedecido após

144 horas, (v) substrato umedecido após 192 horas e (vi) ovos dispostos em substrato não umedecido. A viabilidade dos ovos e o tempo de desenvolvimento embrionário foram estabelecidos por meio de observações diárias por um período de 30 dias consecutivos. Os ovos foram considerados inviáveis quando as larvas não eclodiram durante este período. Este tempo foi estabelecido com base em experimento piloto, no qual se observou um tempo médio de desenvolvimento embrionário completo em torno de 8-10 dias aproximadamente em condições de temperatura ambiente e com substrato umedecido. Este experimento foi conduzido em sala climatizada ( $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $60\pm 10\%$ , fotofase de 12:12 horas) do Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

#### *Viabilidade de ovos e tempo de desenvolvimento embrionário em diferentes temperaturas*

Fêmeas grávidas foram capturadas em campo e isoladas em potes de plástico (50 mL), no laboratório, para a obtenção de ovos. Em um intervalo de tempo não superior a 24 horas após a oviposição, os ovos foram distribuídos em placas de Petri (30 mm de diâmetro), com dupla camada de papel filtro e armazenados em câmara climatizada (B.O.D.) com fotofase de 12:12 horas. A temperatura é um fator regulatório das atividades dos insetos (Gallo et al., 2002) e, por isso, foram selecionadas três temperaturas, que variaram de uma escala infra-ótima ( $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ ); ótima ( $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) e supra-ótima ( $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) (Silveira Neto et al., 1976; Gallo et al., 2002), para avaliar a viabilidade dos ovos e o tempo de desenvolvimento embrionário de espécies de *Condylostylus*. Os ovos eram observados diariamente até a eclosão da larva ou por no máximo 30 dias consecutivos. Este tempo foi estabelecido com base em experimento piloto, no qual se observou um tempo médio de desenvolvimento

embrionário completo em torno de 8-10 dias, aproximadamente, em condições de temperatura ambiente e com substrato umedecido. Este experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia 2 do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília.

#### *Recurso alimentar*

Duas espécies de pulgões (Aphididae: *Myzus persicae* e *Brevicoryne brassicae*) e uma espécie de mosca-branca (Aleyrodidae: *Bemisia tabaci*), presas potenciais de dolícopódídeos, foram selecionadas para avaliar a sua contribuição na sobrevivência de *Condylostylus* adultos. Essas presas são comumente encontradas em áreas agrícolas e são pragas de diversos cultivos de hortaliças (Fig. 2). Os pulgões são pragas importantes em brássicas (Hughes, 1963; Costello & Altieri, 1995; Ponti et al., 2007), enquanto a mosca-branca é generalista, atacando diversos cultivos e os adultos apresentam voo ativo (Shah & Liu, 2013; Oliveira et al., 2013). Muitos insetos predadores e parasitoides na fase adulta também utilizam alimento à base de carboidrato, provenientes de recursos florais, nectários extraflorais e honeydew, como fonte de alimento alternativo (Laubertie et al., 2012; Amaral et al., 2013; Van Rijn et al., 2013). Dessa forma, uma solução à base de mel e honeydew (provenientes de pulgões *Myzus persicae*) foram selecionados para serem também avaliados.

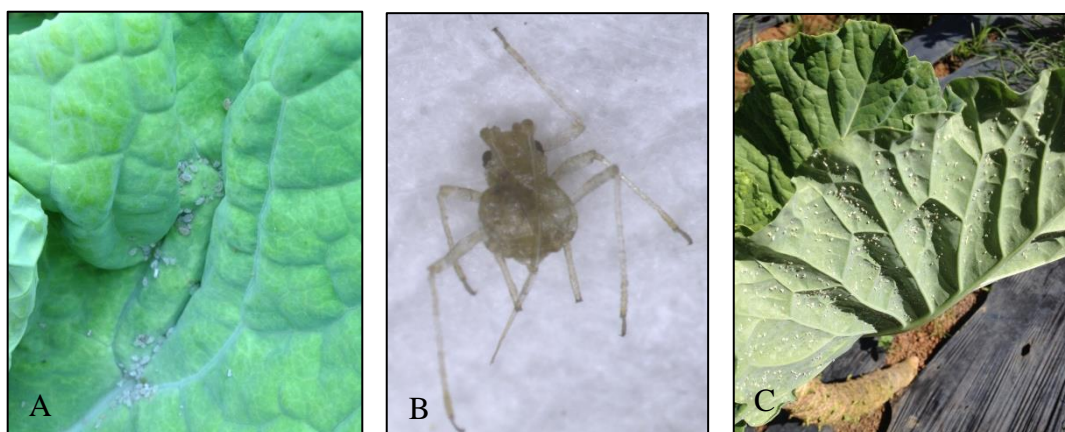


Figura 2. Presas utilizadas nos experimentos de sobrevivência em relação ao recurso alimentar. A) Infestação do pulgão *Brevicoryne brassicae* na folha de couve; B) O pulgão *Myzus persicae* após ser predado pela mosca *Condylostylus* sp.; C) Infestação da mosca-branca, *Bemisia tabaci*, na folha de couve.

### *Sobrevivência de adultos em relação ao recurso alimentar*

A sobrevivência de *Condylostylus* adultos foi avaliada em diferentes recursos alimentares, de origem proteica e de carboidrato, conforme a descrição na tabela 1.

Tabela 1. Número de repetição em diferentes tratamentos com recursos alimentares com espécies de moscas *Condylostylus*.

Tratamento	Número de repetição		
	"grupo asas-manchadas"	"grupo-caudatus"	<i>C. longicornis</i>
T1 - sem alimento	64	62	71
T2 - água (H <sub>2</sub> O)	69	67	65
T3 - H <sub>2</sub> O + mosca branca	80	61	66
T4 - H <sub>2</sub> O + pulgão	74	83	64
T5 - H <sub>2</sub> O + honeydew	71	60	65
T6 - H <sub>2</sub> O + mel (10%)	77	77	74
T7 - H <sub>2</sub> O + mel (10%) + pulgão	70	84	71

Nos tratamentos contendo água, uma dupla camada de papel filtro foi umedecida e disposta na base do pote de plástico (5 mL). Nos tratamentos T4 e T7 foram utilizados 10 pulgões por tratamento, podendo ser *Brevicoryne brassicae* ou

*Myzus persicae*, de acordo com a disponibilidade em campo. No tratamento T5 foi utilizado somente o pulgão *Myzus persicae*, que foi submetido a uma dieta artificial líquida específica, composta por 15% de sacarose (15 g), 2,4% de aminoácidos e 1,1% de vitaminas e sais, dissolvidos com água deionizada, em um volume final de 100 mL (Douglas & Van Emden, 2007). Um total de 300 µL da dieta foi inserido em uma camada de lâmina de Parafilm® M, posteriormente coberta por outra camada, as quais foram fixadas em uma das extremidades de um recipiente acrílico transparente (dimensões: 30 mm de altura, 25 mm de diâmetro e 3 mm de espessura) que, posteriormente, foi fixado na lateral do pote de plástico (5 mL) com fita adesiva em papel kraft (Fig. 3). A troca do substrato umedecido e das dietas era feita a cada 48 horas, visando manter a qualidade do alimento. Este experimento foi conduzido em sala climatizada com condições semi-controladas ( $25\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $60\pm 10\%$ , fotofase de 12:12 horas) do Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia



Figura 3. A) Tubo de acrílico com pulgões *Myzus persicae* se alimentando na dieta; B) Tubo de acrílico fixado no pote de plástico 5 (mL).

### *Reprodução*

Fêmeas grávidas foram capturadas em campo com potes de plástico (50 mL) e

mantidas em laboratório. Cada pote continha uma dupla camada de papel filtro umedecido com uma solução de mel (10%). Observações diárias foram realizadas até a morte do adulto e anotados os seguintes parâmetros: o número e o tempo da postura, a disposição dos ovos (agrupados ou espalhados), a quantidade, a forma e o tamanho dos ovos. Este experimento foi conduzido em sala climatizada com condições semi-controladas ( $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $60\pm 10\%$ , fotofase de 12:12 horas) do Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

#### *Análise dos dados*

A sobrevivência de espécies de *Condylostylus* com diferentes recursos alimentares foi avaliada pela curva de Kaplan-Meier e a comparação dos valores foi feita por meio de um rank de log. O número médio de ovos entre os grupos foi avaliado por meio de uma análise de variância (Kruskall Wallis). Todas as análises foram geradas pelo programa Statistica 7.1 (Statsoft Inc., 2005).

#### **Resultados**

Todos os ovos avaliados estavam viáveis após serem acondicionados em um substrato umedecido em até 24 horas após a ovipostura (T1). Após 48 horas sem água (T2), iniciou-se o processo de dessecação em todos os tratamentos e menos de 25% dos ovos permaneceram viáveis. Após 144 horas sem água (T4), nenhum dos ovos de *Condylostylus* “grupo asas-manchadas” e *C. longicornis* estava viável (Tab. 2).

Tabela 2. Viabilidade de ovos e tempo de desenvolvimento embrionário (TDE) de espécies de moscas *Condylostylus* após serem submetidos ao estresse hídrico (EH) devido à baixa umidade.

<i>Condylostylus</i>	EH (horas sem água)	Posturas (nº)	Ovos (nº)	Viabilidade (%)	TDE (média±ep)
"grupo asas-manchadas"	T1 – 24	15	69	100	9,44±0,09
	T2 – 48	13	59	7	14,25±0,95
	T3 – 96	13	68	1	16
	T4 – 144	13	58	0	0
"grupo-caudatus"	T1 – 24	7	97	100	8,98±0,03
	T2 – 48	7	52	23	10,08±0,81
	T3 – 96	6	33	18	10
	T4 – 144	7	37	16	11,83±0,17
	T5 – 196	7	41	12	12
<i>C. longicornis</i>	T1 – 24	3	92	100	8,90±0,05
	T2 – 48	3	18	17	13,33±0,33
	T3 – 96	3	18	17	17
	T4 – 144	4	34	0	0
	T5 – 196	4	28	0	0

O tempo de desenvolvimento embrionário foi de nove dias para a maioria dos ovos de *Condylostylus*, quando acondicionados em substrato umedecido em até 24 horas após a oviposição (T1) (Fig. 4).

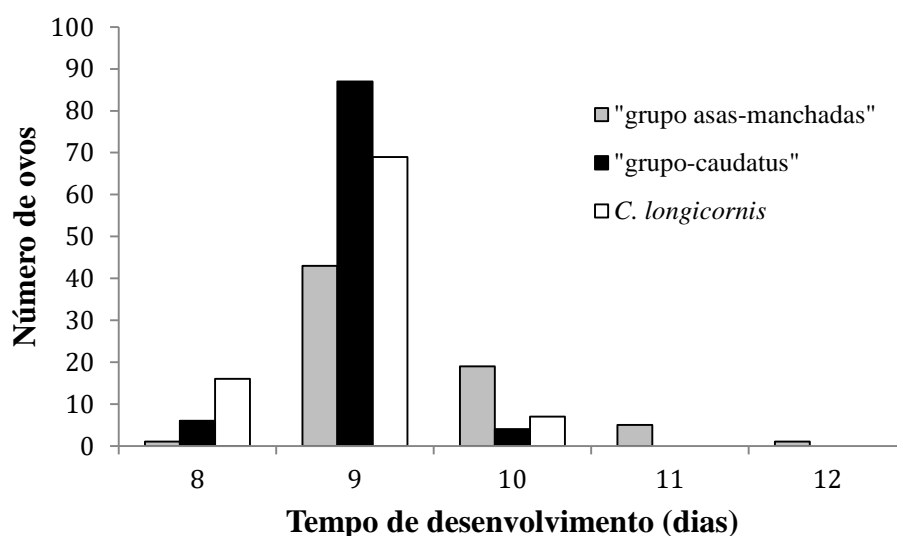


Figura 4. Tempo de desenvolvimento embrionário (dias) de espécies de moscas *Condylostylus* após os ovos serem submetidos a uma superfície úmida em até 24 horas após a oviposição (T1).



Todos os ovos de *Condylostylus* tiveram um acréscimo no tempo de desenvolvimento embrionário, sendo superior a seis dias para o “grupo asas-manchadas”, de três dias para o “grupo caudatus” e de até oito dias para *C. longicornis*, quarenta e oito horas após os ovos terem sido submetidos ao substrato umedecido (T2) (Tab. 2).

Menor viabilidade de ovos de *Condylostylus* foi observada a temperatura de 20°C, com uma redução de mais de 40% para o “grupo asas-manchadas” ( $n = 25$  ovos) e *C. longicornis* ( $n = 414$ ), enquanto o “grupo-caudatus” apresentou viabilidade superior a 90% ( $n = 368$ ). Na temperatura de 24°C, a viabilidade variou de 76-87% ( $n = 733$ ) e, em 28°C, de 74-79% ( $n = 664$ ), para todos os grupos de *Condylostylus* avaliados (Tab. 3).

Tabela 3. Viabilidade de ovos e tempo de desenvolvimento embrionário (TDE) de espécies de moscas *Condylostylus* em diferentes temperaturas.

<i>Condylostylus</i>	Temperatura (°C)	Postura (n°)	Ovos (n°)	Viabilidade (%)	TDE (média±ep)
"grupo asas manchadas"	20	3	25	56	16,93±0,22
	24	11	135	76	9,00±0,13
"grupo-caudatus"	20	8	368	94	9,45±0,06
	24	9	376	87	7,02±0,03
	28	15	437	79	5,16±0,02
<i>C. longicornis</i>	20	12	414	58	10,66±0,04
	24	7	222	83	7,02±0,01
	28	7	227	74	5,54±0,04

O tempo de desenvolvimento embrionário também foi afetado em relação à temperatura. À temperatura de 20°C, o tempo de desenvolvimento variou de 16-18 dias para o “grupo asas-manchadas” e um tempo máximo de 11 dias para o “grupo-caudatus” e 12 dias para *C. longicornis*. Em uma temperatura de 24°C, a maioria dos ovos pertencentes ao “grupo asas-manchadas” completou o desenvolvimento com

nove dias e os demais grupos com sete dias. Em 28°C, a maioria dos ovos de *Condylostylus* completou o desenvolvimento em cinco e seis dias (Tab. 3; Fig. 5).

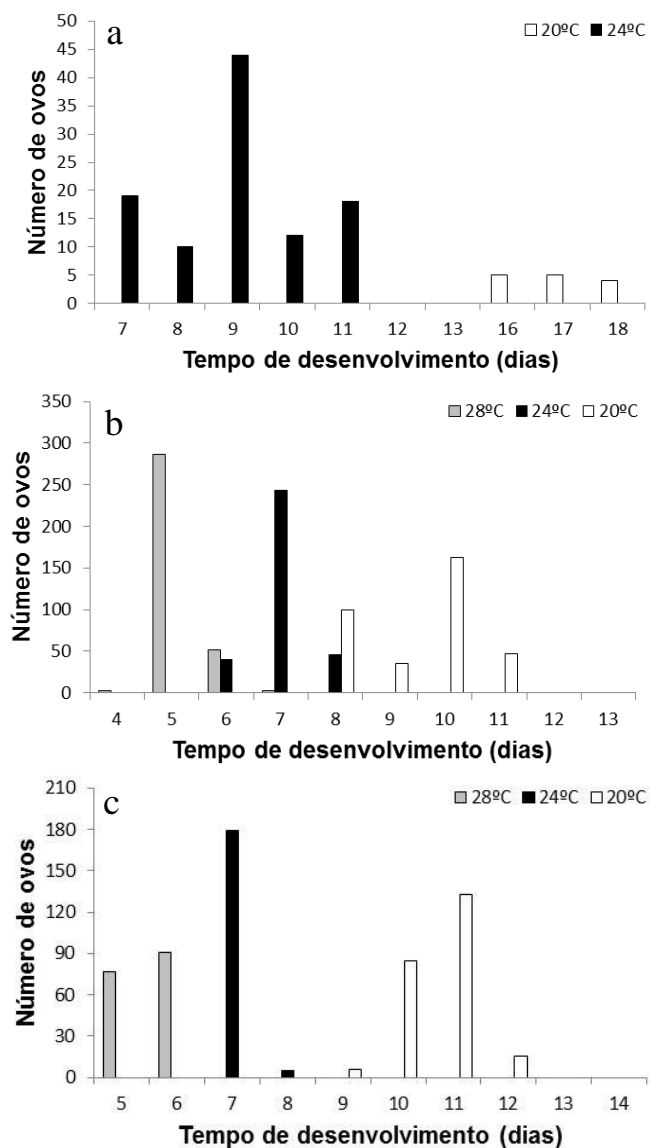


Figura 5. Tempo de desenvolvimento embrionário (dias) de espécies de moscas *Condylostylus*: a) *C. "grupo asas-manchadas"*, b) *C. "grupo-caudatus"* e c) *C. longicornis* em diferentes temperaturas.

A sobrevivência de adultos com relação ao recurso alimentar variou significativamente entre os diferentes tratamentos para *Condylostylus* “grupo asas-manchadas” ( $\chi^2 = 280,65$ ;  $df = 6$ ;  $P = 0,0000$ ) (Fig. 6). Na ausência de alimento, foi observada sobrevivência máxima de quatro dias. Com a introdução de H<sub>2</sub>O, esse valor

aumentou para seis dias (log rank statistic = 4,664; df = 1;  $P < 0,000$ ) e com H<sub>2</sub>O+honeydew sobreviveu por até 12 dias (log rank statistic = 5,649; df = 1;  $P < 0,000$ ). No entanto, os maiores valores de sobrevivência, alcançando um total de 15 dias, foram encontrados nos tratamentos com H<sub>2</sub>O+mél (10%) (log rank statistic = 8,075; df = 1;  $P < 0,000$ ) e com H<sub>2</sub>O+mél (10%)+presa (log rank statistic = 7,943; df = 1;  $P < 0,000$ ). Já os tratamentos com H<sub>2</sub>O+mosca-branca (log rank statistic = 0,004; df = 1;  $P = 0,996$ ) e com H<sub>2</sub>O+pulgões (log rank statistic = 0,685; df = 1;  $P = 0,493$ ) não diferiram do tratamento sem alimento.

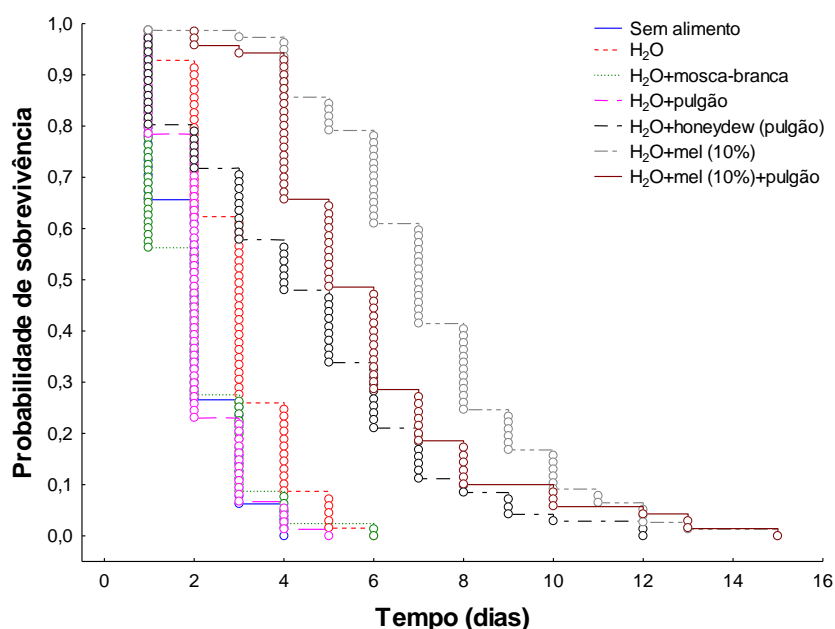


Figura 6. Curvas de Kaplan-Meier para avaliar a sobrevivência de espécies de moscas *Condyllostylus* “grupo asas-manchadas” com recurso alimentar de origem proteica (presas) e carboidrato (com solução de mel ou honeydew).

O tempo da sobrevivência também variou significativamente entre os diferentes tratamentos para *Condyllostylus* “grupo-caudatus”, ( $\chi^2 = 293,74$ ; df = 6;  $P < 0,000$ ) (Fig. 7). Na ausência de alimento, foi observada sobrevivência máxima de três dias. Com a introdução de H<sub>2</sub>O, esse valor aumentou para cinco dias (log rank statistic = 5,126; df = 1;  $P < 0,000$ ) e com H<sub>2</sub>O+Honeydew, para até nove dias (log rank statistic = 5,522; df = 1;  $P < 0,000$ ). No entanto, os maiores valores de sobrevivência,

totalizando 19 dias, foram encontrados no tratamento com H<sub>2</sub>O+mel (10%) (log rank statistic = 7,886; df = 1;  $P < 0,000$ ), seguido do tratamento com H<sub>2</sub>O+mel (10%)+presa, totalizando 17 dias (log rank statistic = 8,249; df = 1;  $P < 0,000$ ), todos comparados ao tratamento sem alimento. Já o tratamento com H<sub>2</sub>O+mosca-branca não diferiu dos tratamentos com H<sub>2</sub>O (log rank statistic = -1,805; df = 1;  $P = 0,07$ ) e nem com H<sub>2</sub>O+pulgões (log rank statistic = -0,904; df = 1;  $P = 0,365$ ).

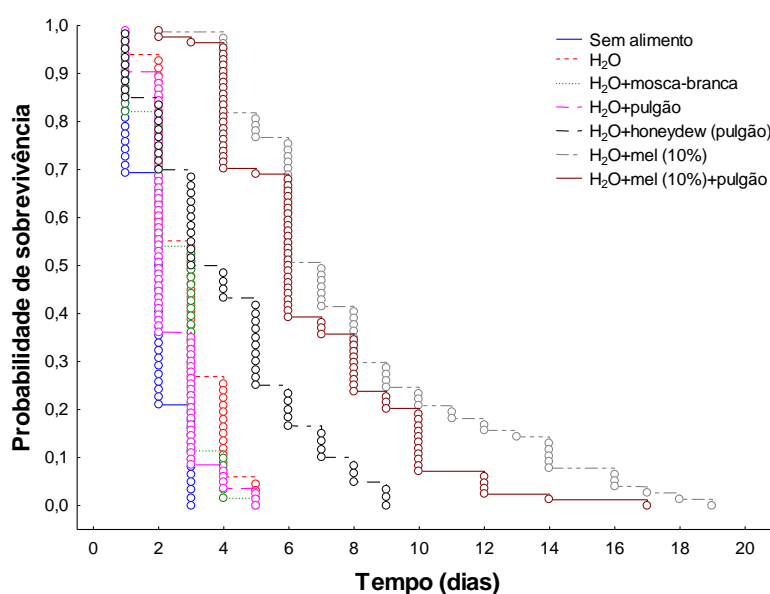


Figura 7. Curvas de Kaplan-Meier para avaliar a sobrevivência de espécies de moscas *Condyllostylus* “grupo-caudatus” com recurso alimentar de origem proteica (presas) e carboidrato (com solução de mel ou honeydew).

O tempo de sobrevivência também variou significativamente entre os diferentes tratamentos para *Condyllostylus longicornis* ( $\chi^2 = 284,33$ ; df = 6;  $P < 0,000$ ) (Fig. 8). Na ausência de alimento, foi observada sobrevivência máxima de quatro dias. Com a introdução de H<sub>2</sub>O, esse valor aumentou para seis dias (log rank statistic = 5,213; df = 1;  $P < 0,000$ ) e com H<sub>2</sub>O+Honeydew sobreviveu por até 11 dias (log rank statistic = 7,394; df = 1;  $P < 0,000$ ). No entanto, os maiores valores de sobrevivência, totalizando 13 dias, foram encontrados nos tratamentos com H<sub>2</sub>O+mel (10%) (log rank statistic = 8,591; df = 1;  $P < 0,000$ ), seguidos do tratamento com H<sub>2</sub>O+mel

(10%)+presa, totalizando 12 dias (log rank statistic = 8,596; df = 1;  $P < 0,000$ ), todos comparados ao tratamento sem alimento. Já o tratamento com H<sub>2</sub>O+mosca-branca não diferiu do tratamento com H<sub>2</sub>O (log rank statistic = 0,244; df = 1;  $P = 0,807$ ) e nem com H<sub>2</sub>O+pulgões (log rank statistic = -0,458; df = 1;  $P = 0,646$ ), assim como o tratamento H<sub>2</sub>O+mel (10%) do tratamento H<sub>2</sub>O+mel (10%)+presa (log rank statistic = 0,067; df = 1;  $P = 0,946$ ).

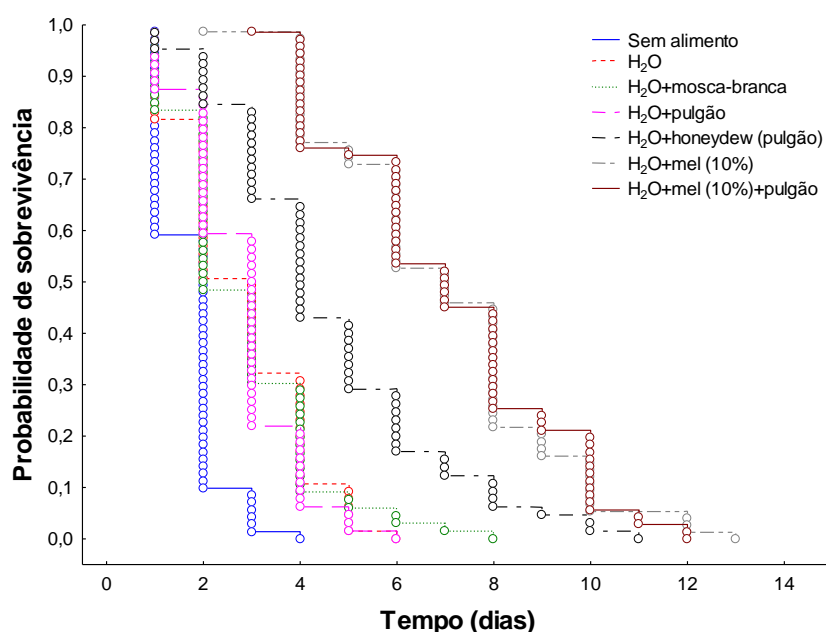


Figura 8. Curvas de Kaplan-Meier para avaliar a sobrevivência da espécie de moscas *Condylostylus longicornis* com recurso alimentar de origem proteica (presas) e carboidrato (com solução de mel ou honeydew).

Algumas características da reprodução de espécies de *Condylostylus* também foram avaliadas em laboratório e em 24 horas já foram observadas algumas oviposturas. Um pico com maior número de posturas foi observado no segundo dia e, após esse período, houve um decréscimo no número de posturas. Esse padrão foi observado para as espécies pertencentes ao “grupo asas-manchadas” (898 ovos de 39 posturas), “grupo-caudatus” (2.987 ovos de 111 posturas) e *C. longicornis* (1.851 ovos de 70 posturas) (Fig. 9). Um único evento de postura foi observado por fêmea e

os ovos estavam distribuídos de forma aleatória nas laterais e na base dos potes de plástico.

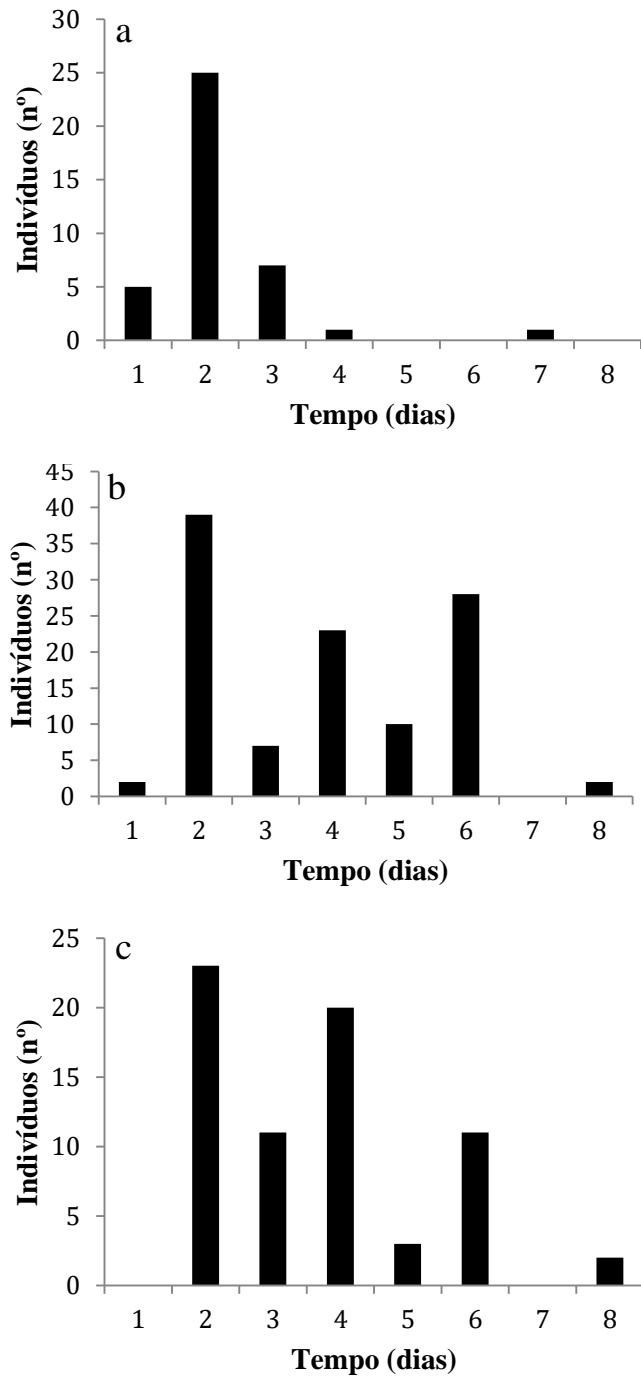


Figura 9. Tempo de oviposição (dias) após o confinamento em laboratório de espécies de moscas *Condylostylus*. a) *C.* “grupo asas-manchadas”, b) *C.* “grupo-caudatus” e c) *C. longicornis*.

Para espécies de *Condylostylus* “grupo asas-manchadas” foram observados número médio ( $\pm$ erro padrão) de  $23,02 \pm 1,90$  e número máximo de 56 ovos por postura ( $n = 39$ ); no “grupo-caudatus” número médio de  $26,91 \pm 1,65$  e número máximo de 86 ovos ( $n = 111$ ) e, para espécies de *C. longicornis*, número médio de  $26,44 \pm 1,90$  e número máximo de 75 ovos por postura ( $n = 70$ ). No entanto, quando comparados à média do número de ovos nos diferentes grupos, nenhuma diferença significativa foi observada ( $KW-H_{2,220} = 0,970$ ;  $P = 0,61$ ).

Os ovos são ovoides, exceto em *Condylostylus* “grupo-caudatus”, que são ligeiramente mais alongados, sem esculturas superficiais, de coloração amarelada logo após a postura e, com o passar do tempo, escurecem ao âmbar (Fig. 10). Quando não fecundados, os ovos eram esbranquiçados.

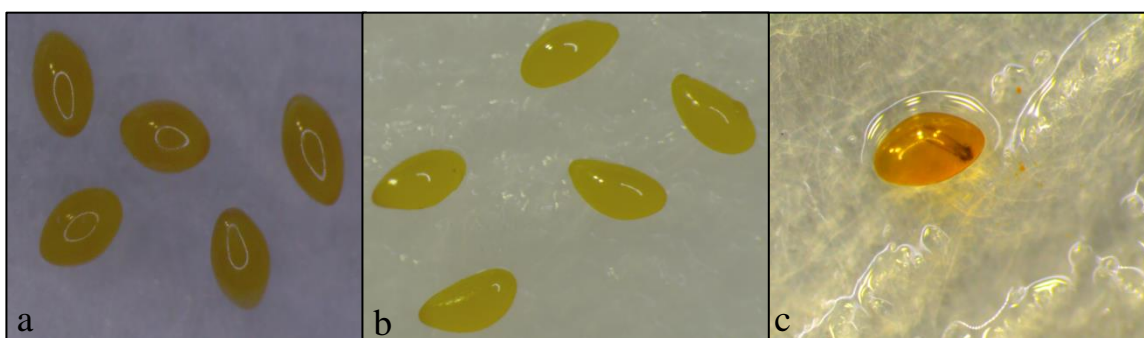


Figura 10. Ovos de espécies de moscas *Condylostylus* em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. a) *C.* “grupo asas-manchadas”, b) *C.* “grupo-caudatus” e c) *C. longicornis*.

O tamanho variou entre os grupos, com 0,36-0,53 mm de comprimento e 0,24-0,30 mm de largura ( $n = 168$  ovos de 19 posturas) para *Condylostylus* “grupo asas-manchadas”; 0,34-0,52 mm de comprimento e 0,20-0,40 mm de largura ( $n = 192$  ovos provenientes de 19 posturas) para *Condylostylus* “grupo-caudatus”; 0,40-0,62 mm de comprimento e 0,22-0,33 mm de largura ( $n = 286$  ovos provenientes de 27 posturas) para *C. longicornis*.

## Discussão

Neste trabalho, identificou-se que a umidade e a temperatura são fatores que afetam a viabilidade de ovos e o tempo de desenvolvimento embrionário de moscas *Condylostylus*. Ovos que foram depositados em uma superfície úmida e com temperaturas em torno de 24°C a 28°C tiveram maior sobrevivência. Quando a umidade não foi mantida até o final do ciclo, o desenvolvimento foi interrompido, levando à morte dos embriões.

Em condições de temperatura semi-controladas (próxima de 25°C), o tempo de desenvolvimento embrionário foi de nove dias para a maioria das espécies de *Condylostylus* avaliadas. Resultados similares foram observados para espécies pertencentes a outros gêneros de dolícopodídeos. Por exemplo, o tempo de desenvolvimento embrionário para *Asyndetus carcinophilus* durou cerca de 10 dias (Williams, 1938b); para espécies de *Medetera*, em torno de 10-11 dias e o ciclo completo do ovo até o adulto é de 74-109 dias para *M. nitida* e de 53-112 dias para *M. impigra* (Beaver, 1966); para *Pelastoneurus vagans* o tempo de desenvolvimento registrado, da larva até o adulto, se completa em torno de 22-30 dias, mas o desenvolvimento embrionário não foi avaliado (Corpus, 1986).

Relação negativa foi encontrada com o aumento da temperatura e o tempo de desenvolvimento embrionário. Em 28°C, menor tempo de desenvolvimento foi observado para espécies de *Condylostylus*, completando o ciclo embrionário em torno de 4-6 dias. Esta temperatura se encontra na faixa supra-ótima para o desenvolvimento da maioria dos insetos (Neto et al., 1976; Gallo et al., 2002). Quando os insetos são expostos a temperaturas fora da faixa favorável, eles podem ter consequências no tamanho populacional devido ao prolongamento desta fase, ficando mais susceptíveis a patógenos, parasitismo e predação (Mendes et al., 2000; Auad,



2003). Os resultados sugerem que os grupos de espécies de *Condylostylus* apresentam diferenças na faixa ótima para desenvolvimento e viabilidade, assim como na plasticidade em relação a variações desses fatores físicos do ambiente. Dessa forma, a estruturação das assembleias de Dolichopodidae pode apresentar variações na abundância relativa dos grupos entre as estações do ano na região de estudo. Por exemplo, espécies pertencentes ao “grupo-caudatus” seriam menos afetadas durante a estação seca, que corresponde ao período mais seco e frio (jun-ago), enquanto as espécies pertencentes ao “grupo asas-manchadas” e *C. longicornis* seriam favorecidas na estação chuvosa, que corresponde ao período mais úmido e quente (nov-jan), com populações mais abundantes.

*Condylostylus* adultos se alimentaram, principalmente, de alimentos à base de mel. Devido ao fato de serem relatadas como predadoras generalistas, esperava-se que as presas selecionadas, como o pulgão e a mosca-branca, fossem a fonte de alimento principal e contribuíssem para o aumento da sobrevivência. No entanto, a hipótese não foi corroborada, sugerindo que os adultos são predadores generalistas mais oportunistas do que obrigatórios, e o consumo eventual da presa deve contribuir de forma mais efetiva para outros aspectos não relacionados à sobrevivência, mas que ainda precisa ser investigado.

Conhecer a fase em que estas moscas são predadoras obrigatórias é importante para estabelecer estratégias mais eficientes para o controle biológico de insetos-praga. Por exemplo, algumas espécies de moscas pertencentes à família Syrphidae são predadoras apenas na fase larval e quando adultas, a fonte de alimento principal deixa de ser de origem proteica e passa a ser de carboidrato, como néctar, pólen e honeydew. Estes alimentos são fundamentais para a sobrevivência de adultos, pois

funcionam como estímulos para a oviposição, a maturação de ovos e a atividade relacionada ao voo (Budenberg & Powell, 1992; Almohamad et al., 2009).

Neste estudo, observou-se um número máximo de 86 ovos por postura para espécies de *Condylostylus*. Para espécies de *Medetera*, já foi registrado um total de até 100 ovos por postura (Beaver, 1966). Geralmente, dolycopodídeos não voam muito longe de seus locais de reprodução (Gelbič & Olejníček, 2011) e, dependendo da espécie, pode apresentar uma ou mais geração por ano (Beaver, 1966).

A forma ovoide do ovo parece ser comum em várias espécies de *Condylostylus* e outros dolycopodídeos, como *Asyndetus carcinophilus*, *Campsicnemus fumipennis*, *Conchopus borealis* e *Pelastoneurus vagans*. Já a coloração pode variar entre os diferentes gêneros. Por exemplo, ovos de *Condylostylus* aqui estudados possuem coloração amarelada após a postura, chegando à coloração âmbar quando as larvas estão perto de eclodirem. Da mesma forma, ovos de *C. fumipennis* têm sido registrados com coloração amarelo âmbar (Williams, 1938a). No entanto, difere da coloração dos ovos de *P. vagans* e *Chrysotus spectabilis* que são esbranquiçados e de *A. carcinophilus* e *Conchopus borealis* que são marrons (Williams, 1938b; Corpus, 1986; Sunose & Satô, 1994; ESHS com. pessoal). Ovos de *Medetera nitida* e *M. impigra* têm coloração amarelo-amarronzada tornando-se mais escuros ao âmbar com o passar dos dias (Beaver, 1966).

A forma alongada e, até mesmo, a cilíndrica também podem ser encontradas em espécies de dolycopodídeos. Ovos de *Medetera nitida* e *M. impigra* são alongados, ligeiramente convexo-côncavos (Beaver, 1966) e de *Chrysotus spectabilis* são cilíndricos (ESHS com. pessoal). Esculturas superficiais não foram observadas nos ovos de *Condylostylus* aqui estudados. Essa característica parece ser comum também

em várias espécies de outros gêneros (Williams, 1938a,b; Beaver, 1966; Corpus, 1986).

O tamanho dos ovos de *Condylostylus longicornis* era maior do que os ovos dos outros grupos de *Condylostylus* aqui avaliados, podendo alcançar até 0,62 mm de comprimento e 0,33 mm de largura. Em espécies de *Medetera* o tamanho também varia entre espécies, com ovos maiores em *M. nitida*, com 0,74-0,78 mm de comprimento e 0,55-0,61 mm de largura, quando comparados com ovos de *M. imprigra*, com 0,23-0,27 mm de comprimento e 0,16-0,19 mm de largura (Beaver, 1966). Entretanto, diferentes espécies do mesmo gênero podem apresentar tamanhos dos ovos similares, como observado em *Condylostylus* “grupo asas-manchadas” e “grupo-caudatus”, bem como entre espécies de gêneros diferentes, como *Pelastoneurus vagans*, com 0,6-0,7 mm de comprimento e 0,3-0,4 mm de largura, e *Asyndetus carcinophilus*, com 0,65 mm de comprimento e 0,30 mm de largura (Corpus, 1986; William, 1938b), assim como o tamanho dos ovos de *Conchopus borealis* e *Campsicnemus fumipennis*, que medem 0,51 mm e 0,54 mm de comprimento, respectivamente (Williams, 1938a; Sunose & Satô, 1994).

Os resultados obtidos sugerem que os fatores físicos do ambiente, como temperatura e umidade, podem afetar a abundância populacional dos diferentes grupos de dolícopodídeos estudados, enquanto a disponibilidade de presas e a capacidade reprodutiva mostraram-se equivalentes entre os grupos e, aparentemente, não regulam as populações e, conseqüentemente, a estruturação das assembleias de dolícopodídeos nos agroecossistemas. Também foi constatado que, embora *Condylostylus* seja um grupo muito abundante, esses predadores, na fase adulta, não necessitam de presas obrigatoriamente para sua sobrevivência e, portanto, podem não contribuir de forma eficiente para o controle biológico de pragas. No entanto, o

fato deles consumirem eventualmente algumas presas (Ulrich, 2004; Lundgren et al., 2014), estes podem auxiliar no controle biológico juntamente com outros predadores.

### **Referências bibliográficas**

- Almohamad R., Verheggen F.J. & Haubrugel E. 2009. Searching and oviposition behavior of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae): a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 13: 467-481.
- Amaral D.S.S.L., Venzon M., Duarte M.V.A., Sousa F.F., Pallini A. & Harwood J.D. 2013. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. *Biological Control* 64: 338-346.
- Auad A.M. 2003. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology* 32(3): 475-480.
- Beaver R.A. 1966. The biology and immature stages of two species of *Medetera* (Diptera: Dolichopodidae) associated with the bark beetle *Scolytus scolytus* (F.). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London* 41(10-12): 145-154.
- Bickel D.J. 2009. Dolichopodidae (long-legged flies). *In*: Brown B.V., Borkent A., Cumming J.H., Wood D.M., Woodley N.E. & Zumbado M.A. *Manual of Central American Diptera*. Vol.1. Canada: NRC Research Press. p.671-694.
- Budenberg W.J. & Powell W. 1992. The role of honeydew as an ovipositional stimulant for two species of syrphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 64: 57-61.
- Corpus L.D. 1986. Biological notes and descriptions of the immature stages of *Pelastoneurus vagans* Loew (Diptera: Dolichopodidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 88: 673-679.

- Costello M.J. & Altieri M.A. 1995. Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 52(2-3): 187-196.
- Douglas A. & Van Emden H.F. 2007. Nutrition and symbiosis. *In: Van Emden HF & Harrington R. (Ed.). Aphids as crop pests.* Wallingford: CAB International. p.115-134.
- Dyte C.E. 1959. Some interesting habitats of larval Dolichopodidae (Diptera). *The Entomologist's Monthly Magazine* 95: 139-143.
- Gallo D., Nakano O., Neto S.S., Sarvalho R.P.L., Batista G.C., Bert-Filho E., Parra J.R.P., Zucchi R.A., Alves S.B., Vendramin J.D., Marchini L.C., Lopes J.R.S. & Omoto, C. 2002. *Entomologia Agrícola.* Piracicaba: Fealq. 920p.
- Gelbič I. & Olejníček J. 2011. Ecology of Dolichopodidae (Diptera) in a wetland habitat and their potential role as bioindicators. *Central European Journal of Biology* 6: 118-129.
- Hughes R.D. 1963. Population Dynamics of the Cabbage Aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). *Journal of Animal Ecology* 32(3): 393-424.
- Laubertie E.A., Wratten S.D. & Hemptinne J.L. 2012. The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. *Biological Control* 61: 1-6.
- Lundgren J.G., López-Lavalle L.A.B., Parsa S. & Wyckhuys K.A.G. 2014. Molecular determination of predator community of a cassava whitefly in Colombia: pest-specific primer development and field validation. *Journal of Pest Science* 87: 125-131.

- Mendes S., Cerviño M.N., Bueno V.H.P. & Auad A.M. 2000. Diversidade de pulgões e de seus parasitóides e predadores na cultura da alfafa. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35: 1305-1310.
- Silveira Neto S., Nakano O., Barbin D. & Nova N.A.V. 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Agronômica Ceres. 419p.
- Oliveira C.M., Auad A.M., Mendes S.M. & Frizzas, M.R. 2013. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. Journal Applied of Entomology 137: 1-15.
- Pinheiro F., Diniz I.R., Coelho D., Bandeira M.P.S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. Austral Ecology 27: 132-136.
- Ponti P., Altieri M.A. & Gutierrez A.P. 2007. Effects of crop diversification levels and fertilization regimes on abundance of *Brevicoryne brassicae* (L.) and its parasitization by *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) in broccoli. Agricultural and Forest Entomology 9: 209-214.
- Silva N.A.P., Frizzas M.R. & Oliveira C.M. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 55: 79-87.
- Shah M.M.R. & Liu T.X. 2013. Feeding Experience of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) Affects Their Performance on Different Host Plants. PLOS ONE 8(10): 1-11.
- StatSoft, Inc. 2005. STATISTICA (data analysis software system), Version 7.1. Disponível em: <http://www.statsoft.com>.
- Sunose T. & Satô M. 1994. Morphological and ecological studies on a marine shore dolichopodid fly, *Conchus borealis* Takagi (Diptera, Dolichopodidae. Japanese Journal of Entomology 62(4): 651-660.

- Robinson H. & Vockeroth J.R. 1981. Dolichopodidae. *In*: McAlpine J.F., Peterson B.V., Shewell G.E., Teskey H.J., Vockeroth J.R. & Wood D.M. (Coord.). Manual of Nearctic Diptera. Research Branch, Agriculture Canada, Monograph n° 27. p.625-639.
- Ulrich H. 2004. Predation by adult Dolichopodidae (Diptera): a review of literature with an annotated prey-predator list. *Studia Dipterologica* 11: 369-403.
- Van Rijn P.C.J., Kooijman J. & Wäckers F.L. 2013. The contribution of floral resources and honeydew to the performance of predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* 67: 32-38.
- Williams F.X. 1938a. *Campsicnemus fumipennis* Parent (Diptera, Dolichopodidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 10: 120-126.
- Williams F.X. 1938b. *Asyndetus carcinophilus* Parent (Diptera, Dolichopodidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 10: 126-129.
- Yang D., Zhu Y., Wang M. & Zhang L. 2006. World Catalog of Dolichopodidae (Insecta: Diptera). Beijing: China Agricultural University Press. 740p.

## CONCLUSÕES GERAIS

Propriedades agrícolas com produção de hortaliças de base ecológica são capazes de abrigar uma fauna rica e diversa de dolycopodídeos. Isto se deve, provavelmente, às práticas de diversificação da vegetação local com cultivos de hortaliças (i.e consórcio e policultivo) e manejo sustentável para produção e controle de insetos-praga, com ausência de produtos químicos sintéticos, produzindo populações mais abundantes. Além disso, comprovou-se a importância de faixas de agroflorestas e manutenção da vegetação nativa na paisagem agrícola, uma vez que elas contribuem para o aumento da diversidade regional do grupo.

Habitats com cultivos de hortaliças foram considerados fontes, uma vez que as espécies ali residentes podem produzir populações mais abundantes. No entanto, estes habitats são mais perturbados e instáveis ao longo do tempo e a manutenção de agroflorestas e vegetação nativa pode funcionar como amortizadores de tais efeitos, servindo como local de refúgio ou abrigo temporário para a fauna de dolycopodídeos enquanto as hortaliças estão sendo manejadas para a comercialização.

Habitats com cultivos de hortaliças parecem contribuir para o sucesso populacional local do grupo, uma vez que apresentam condições microclimáticas favoráveis não somente para adultos quanto para imaturos. Isto porque, estas áreas são mais abertas e podem atingir temperaturas mais elevadas, além de manterem uma umidade diária proporcionada pela irrigação das plantas quando comparadas com as demais áreas. Estes fatores abióticos foram comprovados em campo (influência sazonal) e por meio de experimentos em laboratório (estresse hídrico devido à baixa umidade e temperatura) como mecanismos que regulam diretamente a abundância populacional do grupo. Por outro lado, a disponibilidade de presas e a capacidade reprodutiva não influenciaram no sucesso populacional de espécies de *Condylostylus*.



## PERSPECTIVAS

O conhecimento dos fatores que estruturam as assembleias de dolípodídeos aqui estudados pode ajudar a estabelecer estratégias de manejo visando à conservação do grupo e à propor estratégias mais eficientes para o controle biológico de pragas agrícolas. Além disso, novos estudos podem ser realizados, com base nesta pesquisa, visando responder a outros questionamentos, como, por exemplo:

- (i) A abundância de espécies de *Condylostylus* pode ser usada como bioindicadora de ambientes agrícolas de base ecológica?
- (ii) O hábito alimentar de espécies de *Condylostylus* na fase larval também é predadora oportunista ou obrigatória?
- (iii) O recurso alimentar de origem proteica usada durante a fase adulta funciona como estímulo reprodutivo e maturação de ovos?