



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

**Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda, Insecta) em sistemas
de produção de hortaliças e agrofloresta no Distrito Federal**

Érica Sevilha Harterreiten Souza

Orientador: Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii

Brasília – DF
Março de 2012



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

**Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda, Insecta) em sistemas
de produção de hortaliças e agrofloresta no Distrito Federal**

Érica Sevilha Harterreiten Souza

Orientador: Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Ecologia da Universidade de Brasília,
como requisito para a obtenção do
título de Mestre em Ecologia.

Brasília – DF
Março de 2012



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia**

Dissertação de Mestrado

ÉRICA SEVILHA HARTERREITEN SOUZA

Título:

**Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda, Insecta) em sistemas
de produção de hortaliças e agrofloresta no Distrito Federal**

Banca Examinadora:

**Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii
Presidente/ Orientador
UnB**

**Prof. Dr. Mário de Almeida Neto
Membro Titular
UFG**

**Prof. Dr. Jorge Bráz Torres
Membro Titular
UFRPE**

**Prof. Dr. José Roberto Pujol Luz
Membro Suplente
ZOO/ UnB**

Ao meu marido e aos meus pais, por terem sido meu porto seguro nesta jornada.

DEDICO

"Se trabalhar naquilo que gosta e o trabalho
lhe trazer realização, o resto virá
naturalmente." (Oprah Winfrey)

AGRADECIMENTOS

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

Ao meu orientador, professor Dr. Edison R. Sujii (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Cenargen), por esta imensurável jornada de orientação, competência e profissionalismo. Agradeço também pelo apoio, confiança, amizade construída ao longo destes anos e pelas palavras sábias de encorajamento nos momentos difíceis. Serei eternamente grata!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro na concessão da bolsa de estudos.

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 MSc. Roberto Guimarães Carneiro (Gerência de Agroecologia e Meio Ambiente - Emater-DF), pelo apoio em diversas etapas na execução deste trabalho, na troca de experiência no processo da transição agroecológica.

Ao Dr. Raúl Alberto Laumann (Embrapa Cenargen), pelo auxílio na identificação dos diversos insetos e pela revisão cuidadosa do capítulo I.

Ao professor Dr. José Roberto Pujol-Luz (Departamento de Zoologia - UnB), pelos ensinamentos taxonômicos e identificação de alguns dípteros, no que influenciou fortemente o meu entusiasmo pelo grupo.

Ao professor Dr. André Victor Lucii de Freitas e ao Dr. Cristiano Agra Iserhard (Departamento de Biologia Animal – Universidade de Campinas), pelas sugestões críticas das análises de biodiversidade, bem como a orientação da organização dos dados. Agradeço também pela identificação dos exemplares de borboletas.

À Dra. Carmen Silvia Soares Pires (Embrapa Cenargen), pela sugestão crítica do capítulo I, pelo incentivo e apoio direcionados à execução deste trabalho.

A professora Dr. Heloisa Miranda (Departamento de Ecologia - UnB), pela qual tenho profunda admiração e respeito. Muito obrigada pelo incentivo!

Ao professor Dr. Ricardo B. Machado; à MSc. Bárbara Zumbre, pela ajuda nas análises de imagem espacial da vegetação nativa e ao Dr. Antônio José Camilo de Aguiar, pela identificação de algumas espécies de vespa e abelhas (Hymenoptera) pertencentes ao Departamento de Zoologia - UnB.

Ao MSc. Sérgio Eustáquio Noronha (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), pela ajuda na elaboração do mapa cartográfico do DF com as propriedades rurais.

À Dra. Lúcia Massuti, aos MSc. Geovan Henrique Côrrea e à MSc. Camila Fediuk de Castro, pela identificação dos exemplares de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae); ao Dr. Cláudio Carvalho, pela identificação dos muscídeos (Diptera: Muscidae) e à Dra.

Luciane Marinoni, juntamente com as MSc. Amanda Cipriano e MSc. Mirian Morales, pela identificação dos sirfídeos (Diptera: Syrphidae) pertencentes à Universidade Federal do Paraná.

Ao Dr. Carlos Einecker Lamas, pela identificação dos bombilídeos (Diptera: Bombiliidae); à Dra. Helena Onody, pela identificação dos ichneumonídeos e ao MSc. Eduardo Kawada, pela identificação dos evaniídeos (Hymenoptera: Evaniidae) pertencentes à Universidade de São Paulo.

Ao Dr. Eduardo Mitio Shimbori, pela identificação dos braconídeos (Hymenoptera: Braconidae) pertencentes à Universidade Federal de São Carlos.

Aos colegas que colaboraram em diversas etapas deste trabalho, incluindo as coletas de insetos no campo e triagem do material: Paloma Virgínia Gambarra Nitão, Milena Luçardo, Hanna Heid Soares de Souza, Albert Ramos de Oliveira, Kelly Ramalho Cavalcante e Leandro Mencarini. Agradeço imensamente pelo apoio!

À Dra. Mayra Pimenta e à Dra. Renata Alves da Mata (Embrapa - Cenargen), pela atenção e sugestões nas análises estatísticas.

Ao MSc. Pedro Henrique Brum Togni (Universidade Federal de Viçosa - UFV), pelas correções e sugestões pertinentes para a finalização deste trabalho.

Aos amigos Karine Brenda Cordeiro de Barros e Diego Martins Magalhães, pela amizade e apoio ao longo de todo o curso.

Aos funcionários MSc. Lucas Machado de Souza e Alex Cortez (Embrapa - Cenargen), pela ajuda nas diversas etapas deste trabalho. Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Biossegurança, pela ajuda indireta proporcionada nos momentos de descontração.

Aos motoristas Sr. Gabriel (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) e Mendonça (Embrapa - Cenargen), por terem nos acompanhado nas maratonas de idas aos campos.

Aos agricultores rurais, por terem acreditado neste estudo e nos recebido gentilmente em suas respectivas propriedades rurais.

À minha irmã, Vanessa Sevilha Harterreiten, por quem tenho profunda admiração, agradeço pelo apoio e incentivo incondicional.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
Objetivo geral	6
CAPÍTULO I	7
Efeito da diversificação de plantas e das práticas de manejo na estrutura da comunidade de insetos em agroecossistemas	7
Resumo	7
Abstract	8
Introdução	9
Material e Métodos	11
Área de Estudo	11
Descrição das Propriedades Rurais	12
Estágio da Transição Agroecológica das Propriedades	16
Métodos de Amostragem	17
Análises dos dados	18
Resultados	23
Abundância	23
Distribuição da Abundância de Espécies (DAE)	24
Entomofauna	30
Riqueza e Diversidade	34
Vegetação nativa	35
Abundância nos sistemas de produção	37
Riqueza e diversidade	38
Composição	41
Discussão	42
CAPÍTULO II	49
Comunidades de insetos herbívoros e de inimigos naturais em diferentes sistemas de produção de hortaliças e de agroflorestas	49
Resumo	49
Abstract	50
Introdução	51
Material e Métodos	53
Área de estudo	53
Características das áreas	54
Métodos de amostragem	55
Análises dos dados	56
Resultados	56
Abundância	57
Riqueza e Diversidade	61
Discussão	67
Considerações Finais	71
Referências Bibliográficas	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Localização, coordenada geográfica (UTM) e altitude (m) das propriedades rurais estudadas, no Distrito Federal.....	11
Tabela 1.2 Caracterização dos estágios da transição agroecológica das propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	17
Tabela 1.3 Descrição das comunidades de insetos nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	25
Tabela 1.4 Importância relativa e valor acumulado de insetos mais abundantes nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	26
Tabela 1.5 Ajuste aos modelos de distribuição de abundância de espécies Lognormal, Série Geométrica, Série Logarítmica e os valores de AICc e Δ AICc (peso do modelo) nas propriedades rurais. O valor destacado representa o modelo melhor ajustado.....	29
Tabela 1.6 Táxons de insetos mais abundantes nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	31
Tabela 1.7 Número de espécies (S) nas respectivas famílias nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	33
Tabela 1.8 Parâmetros avaliados da vegetação nativa (VN) nas propriedades rurais, no Distrito Federal.....	36
Tabela 1.9 Regressão linear simples das variáveis espaciais da vegetação nativa (VN) na riqueza e abundância de insetos.....	37
Tabela 2.1 Localização, coordenada geográfica (UTM) e altitude (m) das propriedades rurais estudadas, no Distrito Federal.....	53
Tabela 2.2 Principais características das propriedades rurais com produção de produção de Hortaliças, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	54

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Figura esquemática dos descritores da comunidade de insetos e alterações esperadas no estudo.....6
- Figura 1.2 Localização das propriedades rurais com as principais hidrografias, lagos e represas, no Distrito Federal (Propriedade I, localizada em Planaltina; propriedade II, em Ceilândia; propriedade III, no Paranoá e propriedade IV, em Taguatinga).....12
- Figura 1.3 Áreas amostradas na propriedade I, em Planaltina, no Distrito Federal. A) Área de hortaliça (milho-verde); B) sistema de agrofloresta (SAF).....13
- Figura 1.4 Áreas amostradas na propriedade II, em Ceilândia, no Distrito Federal. A) Área de hortaliça (chuchu); B) sistema de agrofloresta (SAF).....14
- Figura 1.5 Áreas amostradas na propriedade III, do Paranoá, no Distrito Federal. A) Área de hortaliças (diversos cultivos); B) sistema de agrofloresta (SAF).....15
- Figura 1.6 Áreas amostradas na propriedade IV, em Taguatinga, no Distrito Federal. A) Área de hortaliças com sistema em policultivo; B) sistema de agrofloresta (SAF).....16
- Figura 1.7 Regressão linear simples da abundância de insetos nas propriedades rurais no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial da transição agroecológica, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....24
- Figura 1.8 Distribuição da abundância mensal de insetos nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....27
- Figura 1.9 Importância relativa de insetos nas classes de abundância nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....28
- Figura 1.10 Número total de indivíduos nas principais ordens de insetos nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....30
- Figura 1.11 Número de espécies nas principais ordens de insetos nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....32
- Figura 1.12 Curva de rarefação de insetos baseado em indivíduos (IC a 95%) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de

fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	34
Figura 1.13 Diversidade de insetos (entropia de Rényi) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	35
Figura 1.14 Imagem espacial da vegetação nativa nas propriedades rurais (centroide), no período de fevereiro/2009 a janeiro/ 2010, no Distrito Federal. (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	36
Figura 1.15 Abundância média mensal nas propriedades rurais com produção de Hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. Médias com as mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$).....	37
Figura 1.16 Curva de rarefação de insetos baseado em indivíduos (IC a 95%) nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	38
Figura 1.17 Curva de rarefação de insetos baseado em indivíduos (IC a 95%) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) Propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial da transição agroecológica, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	39
Figura 1.18 Diversidade de insetos (entropia de Rényi) nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	40
Figura 1.19 Diversidade de insetos (entropia de Rényi) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades com produção de hortaliças (Hort); B) Propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	40
Figura 1.20 Ordenamento das comunidades de insetos nas propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort) e agrofloresta (SAF), pela técnica de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). Os dois eixos explicaram 84% da variação observada (Stress=0,115). O índice de Morisita foi utilizado para análise de similaridade da composição de espécies.....	41
Figura 2.1 Abundância total dos grupos funcionais de herbívoros e predadores/parasitoides nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	57

Figura 2.2 Abundância média mensal de herbívoros nas propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010, no Distrito Federal. Médias com as mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$) (Propriedade I em estágio inicial da transição agroecológica, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	58
Figura 2.3 Abundância média mensal dos grupos funcionais e precipitação (mm) no sistema com produção de hortaliças, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010.....	59
Figura 2.4 Abundância absoluta dos grupos funcionais nas propriedades rurais com produção de hortaliças, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, Distrito Federal. (Propriedade I em estágio inicial da transição agroecológica, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	59
Figura 2.5 Abundância média mensal dos grupos funcionais e precipitação (mm) no sistema com produção de agrofloresta, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010.....	60
Figura 2.6 Abundância absoluta mensal dos grupos funcionais nas propriedades com produção de agrofloresta, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	60
Figura 2.7 Curva de rarefação baseado de herbívoros, baseado em indivíduos (IC a 95%), nos sistemas com produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	61
Figura 2.8 Curva de rarefação de herbívoros, baseado em indivíduos (IC a 95%), nas propriedades rurais no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	62
Figura 2.9 Curva de rarefação de predadores e parasitoides, baseado em indivíduos (IC a 95%), nos sistemas com produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010, no Distrito Federal.....	63
Figura 2.10 Curva de rarefação de predadores e parasitoides, baseado em indivíduos (IC a 95%), nas propriedades rurais no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....	64
Figura 2.11 Diversidade de herbívoros (entropia de Rényi) nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF) no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....	65
Figura 2.12 Diversidade de herbívoros (entropia de Rényi) nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais	

com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF). (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....65

Figura 2.13 Diversidade de predadores e parasitoides (entropia de Rényi), nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.....66

Figura 2.14 Diversidade de predadores e parasitoides (entropia de Rényi), nas propriedades rurais no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).....67

INTRODUÇÃO GERAL

A simplificação da agricultura causada pela produção agrícola moderna ou convencional provoca danos na paisagem nativa. Isto porque a substituição de extensas áreas nativas por extensas áreas contínuas e homogêneas ocupadas por um pequeno número de plantas cultivadas torna a agricultura instável, a longo prazo (Altieri, 1999; Primack & Rodrigues, 2001).

Na busca por maior produtividade primária e ganhos econômicos a curto prazo, os sistemas de produção convencional passam a ter uma diversidade de espécies e variabilidade genética reduzidas, ciclos ecológicos abertos e sujeitos a constantes perturbações (Sujii et al., 2010). Essa redução na diversidade biológica tende a tornar as estruturas tróficas mais simples, aumentando o risco de surtos populacionais de insetos (Pimentel, 1961; Power, 1992).

Em sistemas de produção simplificados, o cultivo tende a ser homogêneo e mais susceptível ao ataque por insetos fitófagos, favorecido pela elevada oferta de recurso alimentar e redução da competição intraespecífica (Atkins, 1978). Por sua vez, os inimigos naturais são desfavorecidos nestas situações, já que não encontram condições ideais para sobreviverem e se multiplicarem, devido à restrição dos recursos alimentares e às condições microclimáticas desfavoráveis (Nicholls et al., 1999; Landis et al., 2000).

A crescente demanda pela conservação ambiental e preservação da biodiversidade tem incentivado a busca por estratégias mais sustentáveis em ambientes agrícolas (Mazzi & Dor, 2012). Neste contexto, surgem diversas correntes de agricultura de base ecológica denominadas agricultura biodinâmica, orgânica, natural e agroflorestas, que são exemplos de produção de base agroecológica. Estes tipos de agricultura possuem em comum um novo paradigma técnico-científico, ambiental e multiplicidade das práticas produtivas e, conseqüentemente, maior diversificação econômica (Júnior et al.,

2006).

O conceito de agroecossistema proposto por Conway (1987) é baseado em ecossistemas naturais e adaptado para o contexto ecológico da produção, em que o agroecossistema é um sistema que ultrapassa as áreas de plantio. De acordo com este conceito, as interações ecológicas ocorrem entre os elementos do sistema de produção e do entorno de forma complementar (Gliessman, 2005). Quanto maiores a diversidade e a complexidade estrutural da área cultivada, mais estável será, se comparada à de um sistema simplificado. Essa estabilidade refere-se à persistência e à constância no número de indivíduos das espécies que fazem parte do sistema após uma perturbação (Goodman, 1975). Dessa forma, uma das maneiras de estabelecer maior estabilidade das comunidades de insetos em sistemas agrícolas é por meio de um redesenho do agroecossistema.

O redesenho pode ser feito a partir da diversificação de plantas associadas aos cultivos e no seu entorno (paisagem). As espécies vegetais introduzidas devem, preferencialmente, fornecer alimentos alternativos, como pólen, néctar e presas, aos insetos entomófagos. Este manejo aumenta as chances de que os mesmos permaneçam no campo nas épocas em que as populações das presas principais estão com baixa densidade. Além disso, pode fornecer sítios de acasalamento, oviposição e/ou abrigo, bem como condições microclimáticas mais adequadas, reduzindo, assim, a probabilidade de dispersão para áreas adjacentes (Venzon et al., 2006). Algumas práticas agroecológicas para o aumento da diversidade local são:

- cultivo consorciado (policultivo): de duas ou mais culturas, permitindo a interação entre os diferentes indivíduos. A presença de mais espécies adiciona diversidade horizontal, vertical (e.g. barreira de vento), estrutural e funcional. Os

cultivos consorciados ou sistemas de policultivos variam desde mesclas relativamente simples de duas ou três culturas até complexos arranjos de produção (Gliessman, 2005);

- rotação de culturas: visa reduzir a previsibilidade das culturas como plantas hospedeiras de insetos herbívoros e impactar negativamente a dinâmica populacional das espécies que a utilizam como recursos alimentares (Gliessman, 2005);

- bordas de cultivos: são faixas vegetais com espécies cultivadas, que margeiam as fileiras mais externas da área com as culturas agrícolas e também servem como barreiras e quebra-vento. Para os insetos fitófagos, podem dificultar o encontro da planta hospedeira, ao passo que, para os inimigos naturais, podem servir como abrigo (Sujii et al., 2010);

- cobertura vegetal: espécies plantadas numa área para cobrir o solo, normalmente entre os ciclos da cultura, podendo ser anuais ou perenes. O benefício dessa prática favorece a matéria orgânica do solo e estimula sua atividade biológica e a diversidade da sua biota (Gliessman, 2005). Algumas plantas tornam as condições microclimáticas mais adequadas ao desenvolvimento de predadores e parasitoides, favorecendo o aumento da população de inimigos naturais, principalmente de insetos predadores de hábitos terrestres (Sujii et al., 2010);

- manejo de plantas espontâneas: esta vegetação pode ser utilizada também pelos inimigos naturais como refúgio e fator de atração de recursos alimentares disponíveis, como presas alternativas, além de néctar e pólen, que servem de dieta exclusiva para adultos de parasitoides ou dieta complementar para predadores (Medeiros et al., 2010). O manejo dessa vegetação pode, então, contribuir para a diminuição de populações de pragas, devido à conservação de inimigos naturais na área (Zandstra & Motooka, 1978; Risch et al., 1983);

- corredores de vegetação: são faixas de vegetação que podem ser utilizadas para a divisão dos talhões de cultivo. Apresentam múltiplas finalidades e funcionam como barreiras fitossanitárias, dificultando a livre circulação de pragas e doenças, além de servir como áreas de refúgio (Sujii et al., 2010);

- agroflorestas ou sistemas agrofloretais (SAFs): o intuito é otimizar os efeitos benéficos das interações que ocorrem entre os componentes arbóreos (nativos ou introduzidos) e outras culturas. Com isso, obtém-se maior diversidade de produtos, diminuindo a necessidade de insumos externos e reduzindo os impactos ambientais agrícolas (Stancheva et al., 2007).

A abundância e a funcionalidade dos organismos em um agroecossistema dependem não somente da diversidade de vegetação dentro do sistema produtivo e do seu entorno, mas também da permanência de diferentes culturas ao longo do tempo, da intensidade de manejo e do grau de isolamento ou da distância entre sistema produtivo das áreas naturais (Dalgaard et al., 2003; Magdoff, 2007).

Alguns fatores também devem ser considerados na escolha das plantas antes de sua introdução, pois algumas espécies vegetais podem agir no sentido de reduzir populações de herbívoros como também potencializar a sua ação (Landis et al., 2000; Letourneau et al., 2011). Assim, as plantas associadas aos cultivos devem apresentar, preferencialmente, as seguintes características (Venzon & Sujii, 2009):

- a) sobreviver no ambiente selecionado com manutenção mínima e ter fácil trato agrônomico;

- b) competir com plantas invasoras não desejáveis;

- c) florescer em época não coincidente com a cultura principal, para evitar a migração de polinizadores;

- d) fornecer seletivamente recursos aos inimigos naturais, sem beneficiar aos

artrópodes fitófagos;

e) não hospedar o mesmo herbívoro da cultura principal, para evitar o aumento de sua população.

Atualmente, o Brasil é o segundo país com maior área de produção orgânica no mundo, de, aproximadamente, 4,93 milhões de hectares, chegando a uma produção total de 1,2 bilhão de reais, dos quais 86% são gerados por lavouras temporárias e por cultivos de hortaliças. Os principais produtores deste segmento (83%) são os agricultores de base familiar (IPD, 2010).

No Distrito Federal (DF) existem 215 produtores agroecológicos, sendo 68 certificados ou em processo de certificação com orgânicos e um aumento crescente, até 2006, de 40% de produtos orgânicos, segundo informações da Gerência de Desenvolvimento Econômico da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural Emater-DF (Roberto Carneiro Guimarães, comunicação pessoal).

Conhecer como os insetos estruturam-se ou são afetados pelas práticas agrícolas pode ser útil em estratégias em que se pretende maximizar os serviços ecossistêmicos, principalmente no que diz respeito ao controle biológico de insetos fitófagos em ambientes agrícolas. O desenvolvimento de pesquisas orientadas ao estudo de Agroecologia, ou aquelas direcionadas às práticas de produção sustentáveis, pode contribuir para a funcionalidade dos agroecossistemas.

Esta dissertação está estruturada em dois capítulos. No primeiro capítulo foi avaliada a comunidade de insetos em quatro propriedades rurais, em diferentes estágios da transição agroecológica, classificadas de acordo com as práticas de manejo relacionadas à diversificação da vegetação local e à intensidade de perturbação e exploração da área. Os insetos foram comparados também entre os sistemas de produção de hortaliças e de agrofloresta. No segundo capítulo, o estudo foi direcionado para os grupos funcionais

de insetos herbívoros e inimigos naturais, em sistemas de produção de hortaliças e de agrofloresta, devido à importância nos serviços ecológicos, principalmente no controle biológico natural de insetos fitófagos.

A estrutura da comunidade de insetos foi avaliada utilizando-se os descritores de comunidade, no intuito de verificar se as alterações mencionadas são recorrentes nos sistemas de produção estudados (Fig. 1.1).



Fig. 1.1 Figura esquemática dos descritores da comunidade de insetos e alterações esperadas no estudo.

Objetivo geral

Avaliar propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica e entre os sistemas de produção de hortaliças e de agrofloresta, na estrutura da comunidade de insetos e dos grupos funcionais de herbívoros e predadores/parasitoides.

CAPÍTULO I

Efeito da diversificação de plantas e das práticas de manejo na estrutura da comunidade de insetos em agroecossistemas

Resumo

A composição da comunidade de insetos é constantemente alterada pelas práticas de manejo da vegetação, mudando tanto o número de espécies quanto a sua abundância relativa em sistemas agrícolas. O objetivo foi avaliar os efeitos da diversificação de plantas, a intensidade de perturbação e exploração das propriedades rurais na abundância, riqueza, diversidade e composição das comunidades de insetos, também avaliados localmente, entre os sistemas de produção de hortaliças e de agrofloresta de cada propriedade. O estudo foi conduzido em quatro propriedades rurais de agricultores familiares em diferentes estágios da transição agroecológica, no Distrito Federal, Brasil. As coletas foram realizadas mensalmente, diretamente sobre as plantas, no período de 2009 e 2010. As comunidades de insetos apresentaram menor abundância, maior de riqueza, diversidade e equitabilidade nas propriedades mais diversificadas na vegetação e com menor perturbação e exploração da área. Os dados de distribuição de abundância de espécies apresentaram melhor ajuste ao modelo Série Logarítmica. Maior similaridade da composição de espécies foi observada entre as áreas de agrofloresta do que entre as áreas de hortaliças. Assim, o aumento da diversificação da vegetação e menor perturbação e exploração das propriedades rurais pelas práticas agrícolas afetaram positivamente a riqueza e a diversidade de insetos, contribuindo, dessa forma, para a manutenção local das espécies.

Palavras-chave: agricultura familiar, agrofloresta, distribuição de abundância, hortaliças, transição agroecológica.

Abstract

The composition of insect community is constantly altered by vegetation management practices, changing both the number of species and their relative abundance in agricultural systems. The aim of this chapter was to evaluate the effects of plants diversification, the intensity of disturbance and exploitation of farms in the abundance, richness, diversity and composition of insect communities, we also evaluated locally, between the systems of vegetable production and agroforestry of each farm. The study was conducted on four farms at different stages of agroecological transition, in Federal District, Brazil. Samples were collected monthly, directly over the plants, between the years of 2009 and 2010. Insect communities were less abundant and had more richness, diversity and evenness in the most diverse vegetation and with less disturbance and exploitation farms. The species distribution abundance was best fit to the logarithmic series model. Greater similarity in species composition was observed between the agroforestry areas over vegetable areas. Thus, the increased diversification of vegetation and less disturbance and exploitation of farms by agricultural practices positively affected the richness and diversity of insects, contributing to the maintenance of local species.

Keywords: abundance distribution, agroecological transition, agroforestry, vegetable, family farm.

Introdução

A biodiversidade provê uma variedade de serviços ecológicos que são essenciais para a produtividade e o funcionamento de ecossistemas naturais (e.g. sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes, polinização) ou aqueles transformados pelo homem, como os agroecossistemas (Wilsey & Potvin, 2000; Tilman et al., 2001; Díaz et al., 2005). Um exemplo deste serviço essencial para o ambiente agrícola é o controle biológico. Porém, ele também depende da conservação da biodiversidade para o favorecimento de suas funções (Fiedler et al., 2008; Letourneau et al., 2009).

Uma agricultura de base ecológica visa ao máximo a incorporação destes serviços ecossistêmicos à área, desenhando um sistema que possa depender menos de insumos externos para a produção como policultivos, agrofloresta e faixas com plantas que florescem (Altieri et al., 1983; Altieri, 1999, Landis et al., 2000, Letourneau et al., 2011), diferente de uma agricultura convencional, cujos objetivos são fundamentados na maximização da produção e no lucro imediato (Gliessman, 2005). Dessa forma, as práticas atuais de produção podem provocar danos não somente ao funcionamento do agroecossistema, mas também acarretar déficit ecológico funcional das comunidades de insetos e de suas interações tróficas (Power, 1992; Tilman et al., 1994; Chapin et al., 2000; Cassman & Wood, 2005, Mazzi & Dor, 20012).

Algumas espécies de insetos reagem rapidamente, em termos populacionais, diante das práticas agrícola, podendo algumas ser favorecidas, enquanto outras podem ser reduzidas ou até se extinguirem localmente (Kremen, 1992; Basset et al., 1998). Em contrapartida, algumas espécies podem passar por uma sequência repetida de perturbações e ser capazes de recuperar-se rapidamente (Begon et al., 2007).

Os modelos clássicos de distribuição da abundância de espécies não só descrevem os padrões de distribuição de espécies em comunidades locais, como também mostram o

grau de equitabilidade ou dominância das espécies nessas comunidades (Magurran, 2004). Em ambientes naturais, a distribuição da abundância, geralmente, ajusta-se ao modelo clássico Lognormal, enquanto em ambientes perturbados o ajuste ao modelo do tipo Série Logarítmica é mais comum (Hill et al., 1995). Em ambos os modelos encontra-se grande número de espécies com abundância intermediária, no entanto, a Série Logarítmica representa maior proporção de espécies com poucos indivíduos (raras). Já no modelo Série Geométrica, poucas espécies apresentam-se dominantes na comunidade total (Magurran, 2004; McGill et al., 2007). Alguns estudos já utilizam tais modelos como indicadores de distúrbios de hábitat (Hill & Hamer, 1998).

A riqueza e a diversidade de insetos também podem ser afetadas pelas práticas de manejo da vegetação local e do entorno, relacionadas à diversidade, à densidade, à arquitetura (tamanho, forma) das plantas e ao uso de inseticidas, gerando padrões característicos de fauna local (Charlet & Oseto, 1983; Risch et al., 1983; Strong et al., 1984; Sunderland & Samu, 2000; Thies et al., 2003; Chust et al., 2004). No entanto, os processos pelos quais os organismos se estruturam em tais sistemas não são tão simples de entender, já que inúmeras variáveis coexistem simultaneamente. Procurar entender como as comunidades de insetos estruturam-se em ambientes constantemente perturbados pode ser útil nas escolhas de práticas de manejo sustentáveis para o controle biológico natural, amenizando os efeitos das práticas agrícolas.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar: (1) se os padrões de abundância e diversidade de insetos são afetados pela diversidade local de plantas e intensidade de perturbação e exploração das propriedades, em diferentes estágios da transição agroecológica ou, ao nível local, entre as áreas com diferentes sistemas de produção de hortaliças e de agrofloresta; (2) se as comunidades de insetos coletados apresentam um padrão de distribuição da abundância de espécies que se ajustam aos

modelos teóricos e (3) se o tamanho da vegetação nativa do entorno das propriedades, bem como a distância e o número de fragmentos aumentam a riqueza e reduzem a abundância da entomofauna local.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi conduzido em quatro propriedades rurais de agricultores familiares no Distrito Federal (Tab. 1.1). As propriedades encontram em diferentes estágios da transição agroecológica e estão localizadas em regiões distintas, com distância mínima de 20 km umas das outras (Fig. 1.2). Todas possuem áreas com sistemas de produção de hortaliças e áreas implantadas com agrofloresta.

Tabela 1.1 Localização, coordenadas geográficas (UTM) e altitude (m) das propriedades rurais estudadas, no Distrito Federal.

Propriedade	Localização	*Coord_E	**Coord_N	Altitude (m)
I	Planaltina	206061,77	8275905,99	1036
II	Ceilândia	151533,88	8247864,51	1100
III	Paranoá	217558,17	8248282,99	1068
IV	Taguatinga	170691,26	8247436,8	1200

*Coordenada_E = linha do Equador (latitude)

**Coordenada_N = linha do Meridiano de Greenwich (longitude).

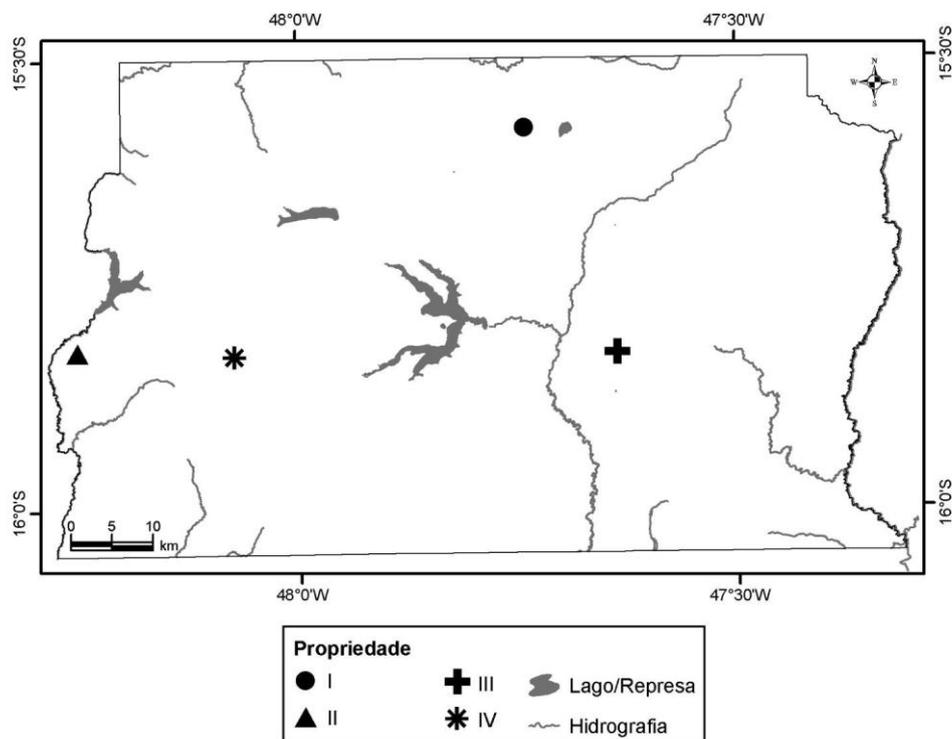


Figura 1.2 Localização das propriedades rurais com as principais hidrografias, lagos e represas, no Distrito Federal (Propriedade I, localizada em Planaltina; propriedade II, em Ceilândia; propriedade III, no Paranoá e propriedade IV, em Taguatinga).

Descrição das Propriedades Rurais

Foram selecionadas quatro propriedades rurais cujo sistema de produção de hortaliças apresentava uma gradação desde sistemas orgânicos até convencionais. As propriedades variaram quanto ao número de espécies cultivadas, ao uso de insumos externos e à perturbação pelas práticas agrícolas. Todas apresentavam áreas com hortaliças e faixas de agrofloresta.

Propriedade I

Localizada em uma área rural próxima de Planaltina, com 11 há, esta área apresentava baixa diversidade de plantas cultivadas, com predominância de milho verde em monocultivo (Tab. I do anexo), e presença de diversas espécies de plantas espontâneas (Tab. II do anexo). A principal atividade era a produção comercial de milho

verde (6 ha), cultivado desde 2005, em sistema de monocultura irrigada (Fig. 1.3A). Com o início da transição agroecológica, alguns talhões de milho passaram a ser cultivados em consórcio com feijão e foi implantada uma faixa de agrofloresta (600 m²), em dezembro/2008, entre as parcelas de cultivos (Fig. 1.3B, Tab. I do anexo). Para o preparo do solo, o agricultor utilizava trator para aração e gradagem; para a fertilização do solo fazia uso de adubo químico NPK (4-30-16) e, para o controle de doenças e pragas, o fungicida Stratego 250 EC e o inseticida Decis 50 SC, principalmente da *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (lagarta-do-cartucho). Esta propriedade não possuía área de reserva legal.



Figura 1.3 Áreas amostradas na propriedade I, em Planaltina, no Distrito Federal. A) Área de hortaliça (milho-verde); B) sistema de agrofloresta (SAF).

Propriedade II

Localiza-se no Núcleo Rural Boa Esperança, próximo da Ceilândia, com 8 ha. Diversos tipos de vegetação espontânea e plantas medicinais (Tab. II do anexo) foram observados no entorno e entre os talhões da área cultivada.

A principal atividade agrícola nesta propriedade era a produção de chuchu (3 ha) (Fig. 1.4A) e outros cultivos produzidos em menor escala, como o jiló e algumas folhosas para subsistência (Tab. I do anexo). O agricultor utilizava adubação química e

agrotóxica para o controle de pragas. Com o início da transição agroecológica, em dezembro de 2008, houve redução na utilização destes produtos químicos e aumento da diversidade de plantas na área, com implantação de uma faixa de agrofloresta (400 m²) entre as parcelas cultivadas (Fig. 1.4B, Tab. I do anexo). Novas faixas de agrofloresta foram implantadas no ano seguinte, pelo agricultor, que também diversificou a produção, incluindo uma pequena parcela com plantio de morango e um pomar com frutíferas diversas. Esta propriedade tinha um fragmento de vegetação de cerrado campo-sujo, com assoreamento próximo da nascente, de onde provém a água para irrigação. Esta propriedade contava com área de reserva legal.



Figura 1.4 Áreas amostradas na propriedade II, em Ceilândia, no Distrito Federal. A) Área de hortaliça (chuchu); B) sistema de agrofloresta (SAF).

Propriedade III

Propriedade localizada no assentamento Três Conquistas, próximo do Paranoá, com área de 14 ha. No mesmo local da área cultivada com hortaliças foram observadas espécies medicinais, aromáticas, plantas espontâneas (Tab. II do anexo), espécies arbóreas nativas da região e exóticas, como o *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae). A atividade comercial da propriedade era a produção de feno (1,5 ha), comercializada anualmente.

Uma pequena área de 600 m² era destinada à produção de hortaliças e alguma plantas

medicinais utilizadas apenas para subsistência, sem uso de agrotóxicos (Fig. 1.5A, Tab. I do anexo). Com o início da transição agroecológica foi implantada uma faixa de agrofloresta, em dezembro/2008, com aproximadamente 400 m² (Fig. 1.5B, Tab. I do anexo). Esta propriedade não apresentava área de reserva legal.



Figura 1.5 Áreas amostradas na propriedade III, do Paranoá, no Distrito Federal. A) Área de hortaliças (diversos cultivos); B) sistema de agrofloresta (SAF).

Propriedade IV

Localizada na área periurbana de Taguatinga, com 12 há, a propriedade apresentava uma variedade de espécies de árvores nativas na área pertencentes às famílias Coryocaraceae, como *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi); Fabaceae: *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba), *Dipteryx alata* (Vog.) Taub. (baru), *Hymenaea stigonocarpa* Mart. (jatobá-do-cerrado); *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae) (cagaita) e *Eucalyptus* sp. Foram encontrados também alguns talhões com árvores frutíferas diversas (pomar), presença de plantas espontâneas e formação de barreiras ou “quebra-vento” com a espécie florística (Tab. II do anexo).

O sistema de produção de hortaliças diversificado com policultivos (5 ha) (Fig. 1.6A, Tab. I do anexo) encontrava-se dividido em talhões, variando entre 500 a 800 m² cada. A produção de hortaliças era destinada à comercialização. A adubação do solo era feita

com composto orgânico (esterco, palha) e adubação verde, com espécies de Fabacea, como *Crotalaria juncea* L. (crotalária), *Canavalia ensiformis* DC. (feijão-de-porco), *Mucuna* sp. (mucuna-preta), *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (feijão-guandu) e *Raphanus sativus* L. (Brassicaceae) (nabo-forageiro). Outros produtos também eram utilizados, quando necessários, como o pó de rocha, fertilizantes (cálcio, fósforo, magnésio, potássio), fertilizante foliar (Bio Bokashi Líquido), além da incorporação de restos culturais ao solo. Faixas de agrofloresta intercalavam os talhões (Fig. 1.6B, Tab. I do anexo).

Para controle de pragas e doenças, quando necessário, eram feitas aplicações com soluções de origem (homeopatia) vegetal e animal, o produto Dipel para o controle de lagartas e Trichodermil SC para tratamento do solo. A propriedade rural possuía certificação orgânica desde 1999 e foi considerada, neste trabalho, como “propriedade modelo”, devido às suas práticas de manejo e uso sustentável do solo. Esta propriedade apresentava área de reserva legal (7,7 ha) e área de preservação permanente (3,65 ha) com vegetação de mata galeria com nascente e um córrego.



Figura 1.6 Áreas amostradas na propriedade IV, em Taguatinga, no Distrito Federal. A) Área de hortaliças com sistema em policultivo; B) sistema de agrofloresta (SAF).

Estágio da Transição Agroecológica das Propriedades

Os parâmetros utilizados para classificar o estágio de cada propriedade na transição

agroecológica proposto foram: (1) a diversidade de hortaliças cultivadas (Tab. I do anexo). Dessa forma, propriedades em que apenas uma ou duas espécies de hortaliças eram predominantes, foram classificadas como de baixa diversidade; de 3 a 9 espécies de hortaliças, foram classificadas como tendo média diversidade e acima de 10 espécies, como tendo alta diversidade de hortaliças; (2) práticas de manejo (convencional a orgânico); (3) intensidade da perturbação da área, considerando o tempo de “turnover” das plantas (ciclo de vida das plantas), considerando-se “turnover” rápido, culturas de ciclos anuais; “turnover” médio, culturas semiperenes ou perenes (ciclos de vida acima de um ano); (4) intensidade de exploração da área, com relação à destinação do produto (comercial ou subsistência) e (5) o número de faixas de agrofloresta presentes em cada propriedade. Dessa forma, o estágio de transição agroecológica em que cada propriedade encontrava-se foi definido em inicial, intermediário e avançado (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 Caracterização dos estágios da transição agroecológica das propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

Propriedade rural	Espécies cultivadas	Perturbação da área	Exploração da área	Práticas de manejo	Faixas de agrofloresta	Transição agroecológica
I	baixa	alta	comercial	convencional	1	inicial
II	média	moderada	comercial	transição	4	intermediária (a)
III	média	alta	subsistência	transição	1	intermediária (b)
IV	alta	alta	comercial	orgânica	7	avançada

(a) Redução no uso de inseticidas

(b) Não usa inseticida

Métodos de Amostragem

A entomofauna de cada propriedade foi amostrada pelo método de coleta ativa, com auxílio de rede entomológica, aspirador entomológico e coleta direta com potes plásticos. As coletas foram realizadas na primeira semana de cada mês, no período de

fevereiro de 2009 a janeiro de 2010.

Em cada propriedade foram escolhidas duas áreas de coleta, sendo uma com produção de hortaliças e a outra área com agrofloresta. Em cada área foram coletadas 12 amostras de insetos em plantas hospedeiras (cultivadas, invasoras e nativas), com um esforço amostral de 10 minutos/coleta, totalizando 24 amostras por propriedade. As coletas foram realizadas, preferencialmente, no período da manhã, quando grande parte dos insetos se encontra em atividade, facilitando sua localização e captura (Antonini et al., 2005).

O material coletado foi encaminhado para o Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, para a realização da triagem, montagem e identificação dos insetos até o menor nível taxonômico possível ou separado pelas características morfológicas (morfoespécies), quando não era possível a identificação. A identificação dos insetos foi realizada com auxílio de chaves dicotômicas e livros especializados (Goulet & Huber, 1993; Gauld & Bolton, 1996; Triplehorn & Johnson, 2005; Brown et al., 2009; Brown et al., 2010), por comparações com material preservado na coleção entomológica do laboratório, e também com auxílio de especialistas. A identificação das plantas foi feita com o auxílio de especialistas do Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e de literatura especializada (Lorenzi, 1984; Moreira & Bragança, 2010a,b).

Análises dos dados

Eficiência de coleta

A eficiência das coletas foi avaliada com base na riqueza observada (Mao Tau) e estimada (Jackknife_1), com 100 randomizações (Chao et al., 2005). O estimador não paramétrico Jackknife_1 estima a riqueza total por meio do somatório da riqueza

observada e de um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras (Colwell et al., 2004).

Abundância

A abundância dos insetos coletados foi relacionada com as propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, por meio de um modelo de regressão linear simples. Para comparação de média entre os sistemas de produção, foi aplicado o teste *t* de Student, ou o teste *t* para variâncias separadas, quando os dados não apresentaram homogeneidade das variâncias. Os valores de abundância foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas, para determinar se existe diferença nas propriedades com a produção de hortaliças e agrofloresta. Quando houve diferença significativa, a comparação múltipla de médias foi feita utilizando-se o teste de Tukey.

A análise da importância relativa dos insetos foi realizada para identificar os táxons nas classes de espécies das propriedades amostradas (Clarke, 1993). O ponto de corte para a classe de espécies mais abundantes foi feito com base no valor médio da importância relativa (0,15).

Dominância e equitabilidade

As análises de dominância e equitabilidade foram feitas para avaliar como as espécies estão distribuídas em sua abundância. O valor de dominância varia de 0 (quando a abundância está distribuída igualmente) a 1 (quando um táxon domina a comunidade completamente). A fórmula da dominância é $D = \frac{\sum (n_i/n)^2}{\sum (n_i/n)}$, em que n_i é o número de indivíduos de um táxon *i*. Já a medida de equitabilidade é a diversidade de Shannon dividida pelo logaritmo do número de taxa, que mede a

regularidade com que os indivíduos são distribuídos entre os taxa presentes (Harper, 1999).

Distribuição da abundância de espécies (DAE)

A análise de distribuição de espécies foi feita em cada agroecossistemas e a abundância relativa foi submetida ao ajuste dos modelos Lognormal, Série Logarítmica e Série Geométrica, a fim de verificar a distribuição das espécies em cada agroecossistemas. A equação utilizada no modelo Lognormal seguiu a proposta por Preston (1948) (Ferreira & Petreire-Jr, 2008):

$$S(R) = S_0 \exp(-a^2 R^2),$$

na qual $S(R)$ representa o número de espécies na classe R , S_0 é o número de espécies na classe modal e $a = (2\sigma^2)^{-1/2}$ = amplitude inversa da distribuição.

A distribuição Série Logarítmica proposta por Fisher et al. (1943) se assemelha ligeiramente a uma hipérbole, diminuindo à medida que o número de indivíduos de cada espécies aumenta, e é dada pela equação (Ferreira & Petreire-Jr, 2008):

$$\alpha x, \alpha x^2/2, \alpha x^3/3, \dots, \alpha x^n/n$$

em que $\alpha x^n/n$ representa o número de espécies com n indivíduos. O valor de x é obtido pela interação da equação $S/N = [(1-x)/x] * [-\ln(1-x)]$ com S representando número total de espécies e N , o somatório dos indivíduos. Obtendo-se o valor de x é possível calcular α .

$$\alpha = \frac{N(1-x)}{x}$$

O valor de α é o tamanho da amostra independente, considerado um índice de diversidade que pode ser utilizado na comparação de comunidades, e também um estimador de espécies com um único indivíduo (raras) na comunidade (Ferreira & Petreire-Jr, 2008).

Na série geométrica foi utilizada a equação proposta por Montoura (1932), em que o parâmetro k deste modelo é descrito por uma situação em que a espécie dominante usa uma fração do recurso disponível k , deixando uma fração $(1-k)$ que será sucessivamente dividida entre as outras espécies, de acordo com sua dominância na comunidade. Sendo as abundâncias proporcionais ao total de uso dos recursos, o número de indivíduos da espécie i pode ser expresso por

$$n_i = NC_k (1 - k)^{i-1},$$

na qual n_i é o número de indivíduos da espécie i , N é o número total de indivíduos na comunidade, k a fração de recursos utilizados por cada espécie e $C_k = [1 - (1 - k)]^{-1}$, uma constante que garante que $\sum n_i = N$ (Ferreira & Petreire-Jr, 2008).

Para avaliação do ajuste ao modelo foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC), que cria uma medida de balanço entre a complexidade (o número de parâmetros inseridos no modelo) e a semelhança dos dados a um modelo teórico denominado “máxima verossimilhança” (Akaike, 1974). Nos casos em que o número de parâmetros é maior em relação ao número de amostras, faz-se uma correção ao critério de Akaike (AICc) (Burnham & Anderson, 2002).

Para a interpretação dos valores individuais de AICc é necessário que sejam calculadas as diferenças entre o valor do AICc de cada modelo pelo menor valor, gerando, assim, o valor de $\Delta AICc$, que representa a perda de informação. De acordo com Burnham & Anderson (2004), o melhor modelo é aquele que apresenta $\Delta AICc = 0$.

Quando um modelo apresenta valores de $\Delta AICc \leq 2$, há evidências suficientes do poder de explicação deste em relação os dados empíricos; $4 \leq \Delta AICc \leq 7$ possuem uma evidência menor, podendo ser utilizado em futuras comparações de modelos e modelos com $\Delta AICc > 10$ não têm nenhum suporte para ser usado na predição da distribuição de abundância das espécies.

Riqueza e diversidade local

A riqueza de insetos das comunidades foi comparada com base na rarefação por indivíduos e a diversidade de local em cada agroecossistema foi comparada, com base na Entropia de Rényi (1970) (Ricotta & Avena, 2002), calculada pela fórmula

$$H_{\alpha} = \frac{1}{1 - \alpha} \log \sum_{i=1}^S p_i^{\alpha}$$

na qual S é o número de espécies e p_i é a abundância relativa da espécie i . A entropia generalizada de Rényi (H_{α}) varia de acordo com a escala e permite um contínuo de possibilidades de medidas de diversidade de acordo com o parâmetro α , em que $\alpha = 0$ indica o número de espécie de uma comunidade; $\alpha = 1$ entropia de Shannon e $\alpha = 2$ índice de Simpson (Ricotta et al., 2002; Ricotta, 2003). Esse método permite uma ordenação fácil das comunidades com base na diversidade, além de indicar claramente as interseções que significam que duas ou mais comunidades não são comparáveis (Ricotta et al., 2002; Tóthmérész, 1995). Entropia de Rényi é uma medida paramétrica do grau de agregação das espécies, levando em consideração tanto as espécies raras quanto as dominantes na formulação do valor de diversidade (Tóthmérész, 1995), diferente dos índices tradicionais (que são descrições pontuais da comunidade),

Análise espacial da paisagem

Os parâmetros avaliados da vegetação nativa foram: área (ha), número de fragmentos e distância mínima da vegetação nativa da área cultivada em um raio de 500 e de 1.000 m. Os valores foram gerados com base em imagem Google Earth e pelo software ArcGis 9.3 (Esri, 2009). A distância máxima (1.000 m) para análise de paisagem foi escolhida com base na dispersão de insetos mais ágeis no voo (dípteros) e a distância mínima (500 m) baseada na dispersão de alguns besouros (Bishopp & Laake, 1919; Chapman et al., 2007). As variáveis explicativas da vegetação nativa foram associadas com as variáveis respostas (riqueza e abundância de espécies) das propriedades, com base em regressões linear simples.

Composição das espécies

Análises da influência da diversificação de plantas e das práticas de manejo das propriedades na composição da comunidade de insetos foram realizadas pelo método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). A comparação da similaridade das comunidades foi feita com base no índice de Morisita (Horn, 1966).

Resultados

Abundância

Foi coletado um total de 15.464 indivíduos, nas quatro propriedades, tendo a maior abundância absoluta sido encontrada na propriedade I, com 4.373 indivíduos e um decréscimo da abundância na propriedade IV (3.310 indivíduos), em estágio mais avançado da transição agroecológica. Valores intermediários foram encontrados nas propriedades II e III (3.807 e 3.974, respectivamente). Observou-se correlação negativa entre a abundância de insetos com o aumento do estágio da transição agroecológica das

propriedades, embora não tenha sido significativa ($r=-0,209$; $p=0,154$) (Fig. 1.7).

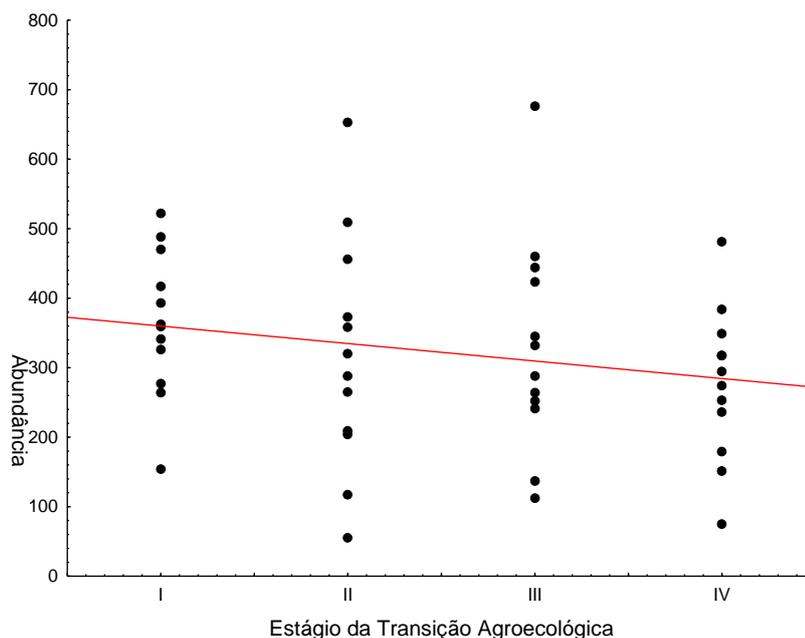


Figura 1.7 Regressão linear simples da abundância mensal de insetos nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Distribuição da Abundância de Espécies (DAE)

Maior equitabilidade parece ocorrer com o aumento da diversidade vegetal da área em direção à propriedade III, com declínio ocorrendo na propriedade IV (Tab.1.3). Já a dominância de espécies se mostrou parecida nos diferentes ambientes de produção, desde convencional da propriedade I, contrastando com a área mais diversificada na vegetação e no manejo orgânico da propriedade IV. Em contrapartida, menor dominância foi observada na propriedade III, a que apresenta maior diversidade local de espécies vegetais e menor perturbação da área, já que a produção é destinada apenas para subsistência (Tab. 1.3).

Tabela 1.3 Descrição das comunidades de insetos nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

Valores	Propriedade			
	I	II	III	IV
Riqueza	333	346	420	356
Indivíduos	4373	3807	3974	3310
Dominância_D	0,05	0,05	0,03	0,06
Equitabilidade_J	0,66	0,69	0,74	0,71

No intuito de verificar se existe um padrão de distribuição da abundância das espécies, nas propriedades em diferentes estágios da transição agroecológica, os dados foram organizados em escalas logarítmicas. Um total de 19 espécies/morfoespécies se destacou com valores iguais ou superiores a 100 indivíduos ocorrendo em pelo menos uma das quatro propriedades, representando quase 50% da abundância total (Tab. 1.4).

A espécie de *Condylostylus* msp09 (Diptera: Dolichopodidae) foi a que ocorreu em maior abundância em todas as propriedades, seguida também pelas espécies *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Calliphoridae), *Toxomerus lacrymosus* (Bigot) (Syrphidae), *Lagria villosa* Fabricius (Coleoptera: Lagriidae) e *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). Outras espécies ocorreram em maior abundância apenas em algumas propriedades, como os besouros da família Chrysomelidae: *Colaspis joliveti* (Bèchyne) (propriedade I, II e III), *Diabrotica speciosa* (Germar) (I e III), Coccinellidae: *Harmonia axyridis* (Pallas) (propriedade IV) e na propriedade I ocorreram, principalmente, em maior abundância, as espécies msp2.34 (Miridae), *Euxesta* msp.045 (Diptera: Ulidiidae), besouro *Diabrotica viridula* (Fabr.) (Chrysomelidae) e a tesourinha *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae). Das espécies mais abundantes listadas na Tab. 1.4., *Condylostylus* sp., *D.luteipes*, *H. axyridis*, Tachidae msp052 e *Toxomerus lacrymosus*; se destacaram como importantes predadores de insetos praga, além de sete espécies herbívoras (*C. joliveti*, *D. speciosa*,

D. viridula, *Euxesta* sp., *L. villosa*, Lygaeidae msp2.31, Membracidae msp1.18 e Miridae msp2.34); três espécies de decompositores (*Ornidia obesa* Fabr. (Diptera: Syrphidae), *Pterocalla phanterina* (Walker) (Ulidiidae) e *C. albiceps*) e três de polinizadores (*Apis mellifera*, *Trigona spinipes* (Fabr.) (Apidae) e *Paratrigona lineata* (Lepeletier) (Apidae) (Tab. 1.4).

Tabela 1.4 Importância relativa e valor acumulado de insetos mais abundantes nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

Espécies/*msp.	Importância relativa (IR)	Acumulação (%)	Propriedade			
			I	II	III	IV
<i>Condylostylus</i> msp09	2,96	6,06	803	683	378	785
<i>Chrysomya albiceps</i>	2,58	11,36	173	447	125	69
<i>Euxesta</i> msp045	2,44	16,36	406	43	37	17
<i>Doru luteipes</i>	2,14	20,75	338	24	2	2
<i>Toxomerus lacrymosus</i>	1,97	24,79	167	73	351	85
<i>Diabrotica speciosa</i>	1,79	28,45	256	44	177	22
Miridae msp2.34	1,15	30,82	2	175	4	16
Lygaeidae msp2.31	0,95	32,77	21	159	46	75
<i>Diabrotica viridula</i>	0,95	34,72	127	5	79	3
Membracidae msp1.18	0,90	36,56	119	3	29	97
<i>Lagria villosa</i>	0,82	38,24	100	101	218	91
<i>Trigona spinipes</i>	0,78	39,84	38	131	95	31
<i>Ornidia obesa</i>	0,75	41,38	34	48	95	133
<i>Harmonia axyridis</i>	0,74	42,90	0	0	1	109
<i>Parapterocalla phanterina</i>	0,74	44,42	72	112	40	10
<i>Colaspis joliveti</i>	0,72	45,90	103	95	109	5
<i>Apis mellifera</i>	0,70	47,34	64	153	153	91
Tachinidae 052	0,69	48,76	1	1	108	2
<i>Paratrigona lineata</i>	0,58	49,95	49	64	95	12

*Morfoespécies = msp.

Um padrão foi encontrado com relação ao formato da curva de distribuição da abundância de espécies em todos agroecossistemas, com formato em J invertido, ocorrendo de maneira similar entre as áreas. Na curva de distribuição da abundância de espécies, verificou-se um maior número de espécies dominantes (>100 indivíduos) na

propriedade I, com redução no número dessas espécies dominantes em direção à propriedade IV, com apenas uma espécie apresentando um pico de abundância, com quase 1.000 indivíduos (Fig. 1.8).

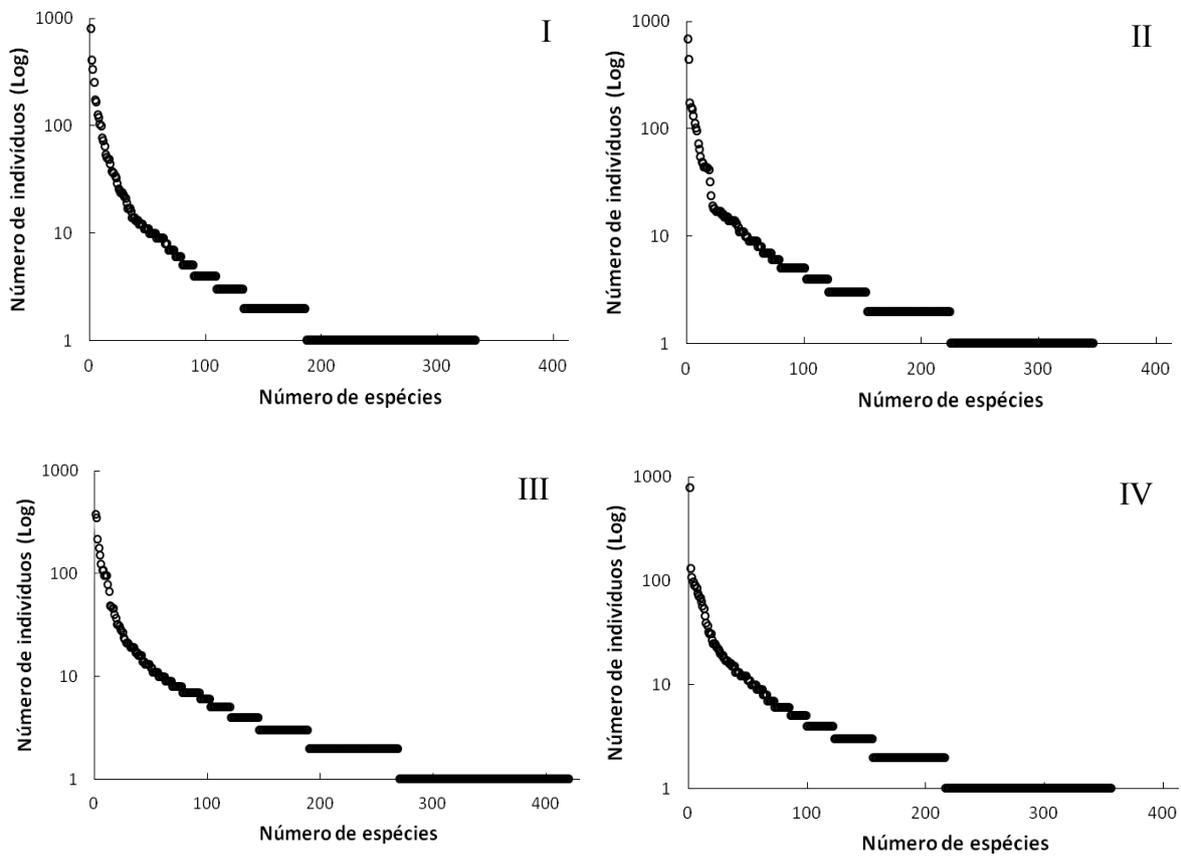


Figura 1.8 Distribuição da abundância de insetos nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Observou-se que a maioria dos insetos coletados (aproximadamente 80%) apresentou baixo número de indivíduos (≤ 10 indivíduos), tendo quase 40% deste valor sido correspondentes às espécies com um único indivíduo (raras) e menos de 5% das espécies com mais de 100 indivíduos (comuns) (Fig. 1.9).

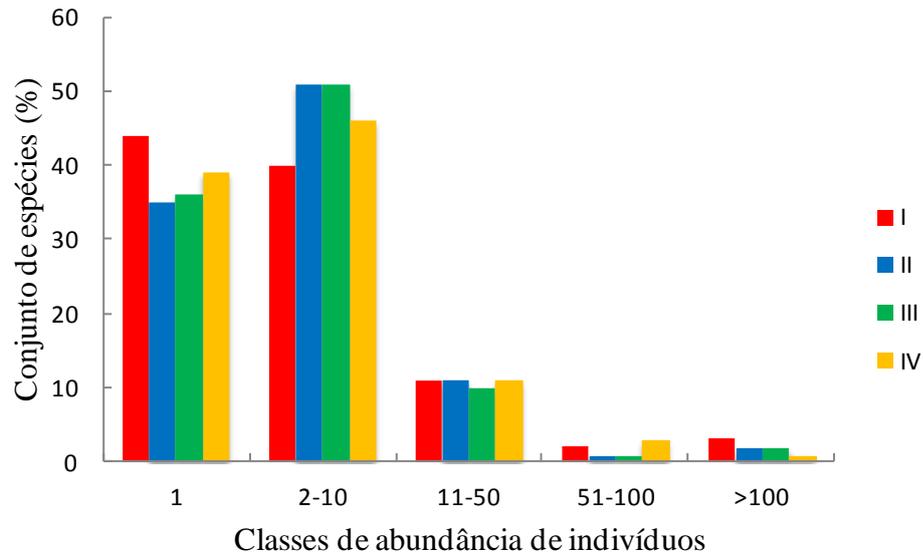


Figura 1.9 Importância relativa de insetos nas classes de abundância nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intemediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Os dados de abundância foram submetidos a um ajuste de modelo de distribuição da abundância das espécies, para avaliação do padrão de distribuição encontrado. Os dados apresentaram um melhor ajuste aos modelos Série Logarítmica ($\Delta AICc = 0$) e Série Lognormal ($\Delta AICc < 2$) para as comunidades de insetos. Já o modelo Série Geométrica não apresentou um ajuste satisfatório ($\Delta AICc > 3$) (Tab. 1.5).

Tabela 1.5 Ajuste aos modelos de distribuição de abundância de espécies Lognormal, Série Geométrica, Série Logarítmica e os valores de AICc e Δ AICc (peso do modelo) nas propriedades rurais. O valor destacado representa o modelo melhor ajustado.

Gradiente						AICc			Δ AICc		
	Lognormal		Série Logarítmica		Série Geométrica	Lognormal	Série Logarítmica	Série Geométrica	Lognormal	Série Logarítmica	Série Geométrica
	μ	σ	α	X	k						
I	<0,0001	1,8761	83,8514	0,9812	0,0119	1,6958	0,0178	3,0506	1,6780	0,0000	3,0328
II	<0,0001	1,7882	92,4637	0,9763	0,0108	1,7660	0,0185	3,2120	1,7475	0,0000	3,1935
III	<0,0001	1,7619	118,6436	0,9710	0,0084	2,1283	0,2204	4,0759	1,9079	0,0000	3,8555
IV	<0,0001	1,7486	101,2458	0,9703	0,0099	1,7756	0,0000	3,3501	1,7756	0,0000	3,3501

Entomofauna

A entomofauna foi classificada em 11 ordens, 102 famílias e 646 espécies/morfoespécies. A distribuição das famílias nas respectivas ordens de insetos foi a seguinte: Blattodea (1 família), Coleoptera (21), Dermaptera (1), Diptera (26), Hemiptera (21), Hymenoptera (19), Lepidoptera (6), Mantodea (1), Neuroptera (2), Odonata (2) e Orthoptera (2) (Tab. III do anexo).

Quatro ordens se destacaram das demais, com maior abundância observada em Diptera (44%), seguida por Coleoptera (22%), Hemiptera (19%) e Hymenoptera (11%). Estas ordens representaram 96% da abundância total dos indivíduos coletados nas quatro propriedades. Quando a abundância de indivíduos, por ordem, em cada propriedade, foi analisada, um padrão similar foi encontrado, com destaque para Diptera, com maior abundância, ocorrendo em todas as propriedades, seguida de Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera (Fig. 1.10). Uma exceção ocorreu apenas na propriedade I, com maior abundância da ordem Dermaptera, quando comparada à ordem Hymenoptera (Fig. 1.10).

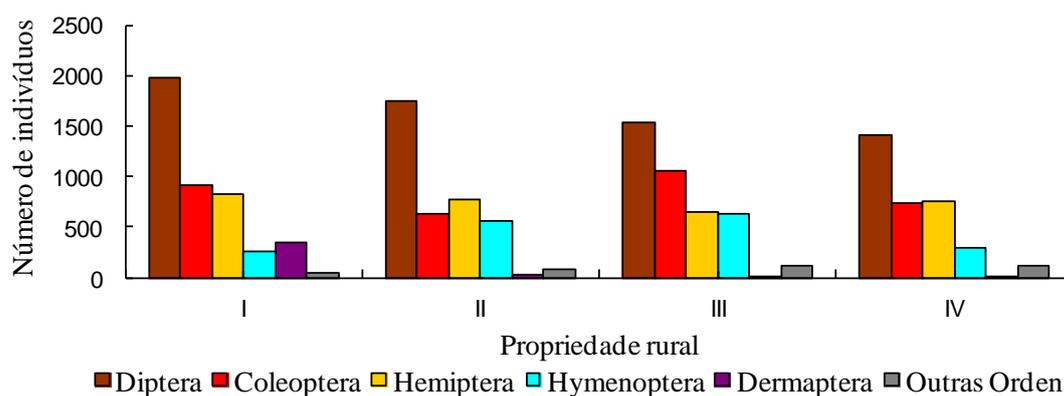


Figura 1.10 Número total de indivíduos nas principais ordens de insetos nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

As famílias que ocorreram em maiores abundâncias pertencentes à ordem Diptera

foram Dolichopodidae, Syrphidae, Calliphoridae, Ulidiidae e Tachinidae, com destaque para a família Dolichopodidae, que ocorreu em maior abundância em todas as propriedades. Já as famílias Tachinidae e Ulidiidae foram mais abundantes apenas nas propriedades III e I, respectivamente. Na ordem Coleóptera, foram Chrysomelidae, Coccinellidae e Lagriidae, e, destas, a família Chrysomelidae foi a mais abundante em todas as propriedades e Coccinellidae, principalmente na propriedade IV. Na ordem Hemiptera, as mais abundantes foram Miridae, Membracidae, Lygaeidae, Cicadellidae e Coreidae, com destaque para as duas primeiras famílias. Na ordem Hymenoptera, a família Apidae ocorreu, principalmente, nas propriedades II e III e, por último, na ordem Dermaptera, com indivíduos pertencentes à família Forficulidae em maior abundância apenas na propriedade I. A soma destas 15 famílias representou 79% da abundância total dos indivíduos coletados (Tab. 1.6).

Tabela 1.6 Táxons de insetos mais abundantes nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

Táxon	Propriedade				Total
	I	II	III	IV	
Coleoptera					
Chrysomelidae	633	310	591	174	1708
Coccinellidae	66	95	66	288	515
Lagriidae	100	101	218	91	510
Dermaptera					
Forficulidae	338	24	2	2	366
Diptera					
Calliphoridae	186	455	160	128	929
Dolichopodidae	806	706	383	797	2692
Syrphidae	238	143	494	268	1143
Tachinidae	10	7	122	7	146
Ulidiidae	488	178	92	30	788
Hemiptera					
Cicadellidae	166	69	88	73	396
Coreidae	126	63	97	108	394
Lygaeidae	52	181	74	91	398
Membracidae	167	103	84	184	538
Miridae	111	247	94	152	604
Hymenoptera					
Apidae	183	371	391	151	1096
Total	3670	3053	2956	2544	12223

Com relação ao número de espécies, foram coletados, ao todo, 646 espécies/morfoespécies e uma maior riqueza foi encontrada na ordem Hemiptera, com 175 espécies, seguida de Coleoptera (172), Hymenoptera (153) e, por último, a ordem Diptera (134), representando quase 95% da riqueza total de insetos coletados. Comparando-se o número de espécies das quatro ordens mais abundantes em cada propriedade, observa-se que Hemiptera se manteve dominante também em todas as propriedades, na comparação com as demais ordens (Fig. 1.11).

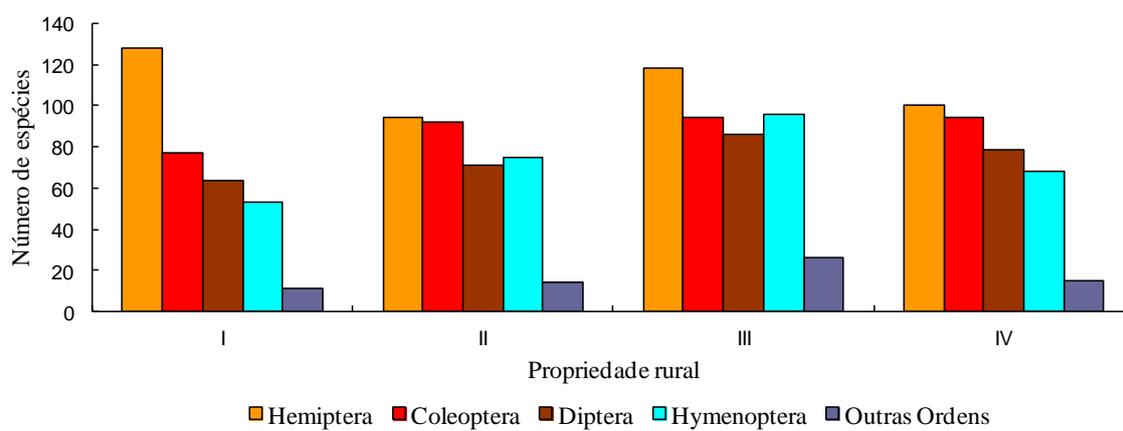


Figura 1.11 Número de espécies nas principais ordens de insetos nas propriedades rurais, em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário, III: intermediário e IV: avançado).

As famílias Miridae, Cicadellidae, Coreidae e Pentatomidae se destacaram, em relação à riqueza de espécies, na ordem Hemiptera. Na ordem Coleoptera se destacaram as famílias Coccinellidae e, principalmente, a família de Chrysomelidae. Esta última família apresentou maior número de espécies em todos os agroecossistemas e também quando comparado às famílias de outras ordens. Na ordem Hymenoptera destacaram-se as espécies de Vespidae e Braconidae e, na ordem de Diptera, as famílias de Syrphidae (propriedade II, III, IV), Stratiomyidae (IV) e Tachinidae, com 10 espécies, ocorrendo na propriedade I (Tab. 1.7).

Tabela 1.7 Número de espécies (S) nas respectivas famílias nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

Táxon	S (Total)	Propriedade			
		I	II	III	IV
Hemiptera	174				
Miridae		23	16	17	19
Cicadellidae		22	12	14	15
Coreidae		15	16	19	16
Pentatomidae		17	13	14	12
Reduviidae		12	7	16	6
Membracidae		13	12	12	9
Coleoptera	163				
Chrysomelidae		44	47	48	42
Coccinellidae		11	14	16	15
Hymenoptera	148				
Vespidae		12	18	23	15
Braconidae		10	18	19	13
Ichneumonidae		8	10	16	14
Apidae		9	12	13	8
Diptera	128				
Syrphidae		9	10	17	11
Stratiomyidae		5	9	9	13
Tachinidae		10	5	9	6

Das 15 famílias que apresentaram maior número de espécies em suas respectivas ordens, quatro são exclusivamente de herbívoros, com algumas espécies de importância econômica, como Cicadellidae (*Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott)), Membracidae, Coreidae (*Leptoglossus zonatus* Dallas) e Chrysomelidae (*Diabrotica* spp., *Cerotoma* spp., *Colaspis* spp.). Nas famílias de Miridae e Pentatomidae, a maioria das espécies também é de herbívoros, mas nelas há também espécies importantes predadoras (Miridae: *Macrolophus*, *Nesiodiocoris*, *Paracarnus*; Pentatomidae: *Podisus nigrispinus* (Dallas), *Thynacanta marginata* (Dallas)). Nas famílias pertencentes aos grupos de inimigos naturais (predadores e parasitoides) se destacaram as famílias de Reduviidae, Coccinellidae, Vespidae, Syrphidae, Braconidae, Ichneumonidae e Tachinidae. Já no grupo de polinizadores, se destacou a família Apidae e no de decompositores, a família Stratiomyidae.

Riqueza e Diversidade

Em todas as propriedades estudadas, a riqueza observada representou aproximadamente dois terços (67%) da riqueza estimada (Jackknife_1) para as comunidades amostradas. Caso as amostragens continuassem ou fossem mais intensas (número de amostras, frequência), haveria a possibilidade de coletar mais espécies.

A maior riqueza estimada de espécies foi observada na propriedade III, com produção diversificada e destinada apenas para a subsistência. Em contrapartida, um menor valor foi observado na propriedade I, com práticas de produção em monocultivo e convencional, e valores intermediários ocorrendo nas propriedades IV e II, respectivamente (Fig. 1.12).

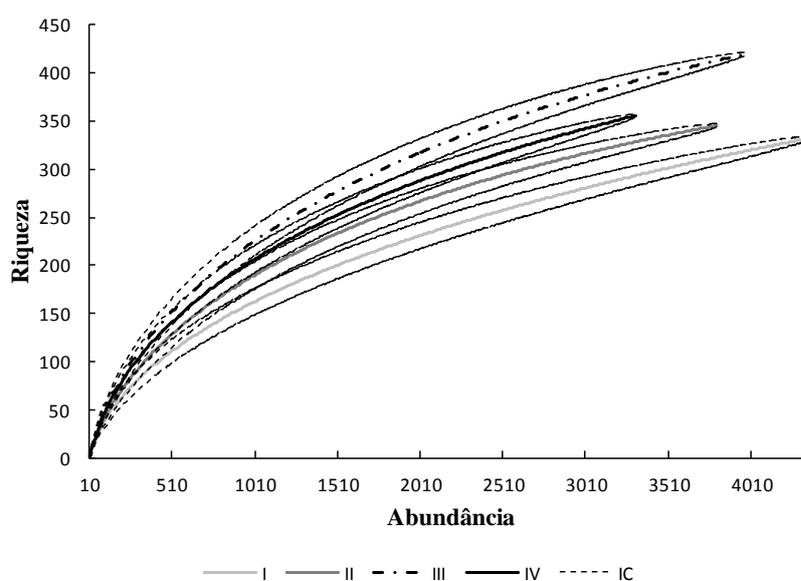


Figura 1.12 Curva de rarefação de insetos baseado em indivíduos (IC a 95%) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

A diversidade de insetos comparada pela entropia de Rényi seguiu um padrão semelhante ao observado para a riqueza, com a menor diversidade observada para a propriedade I e uma maior diversidade local de insetos observada na propriedade III,

com valores intermediários ocorrendo nas propriedades II e IV (Fig. 1.13).

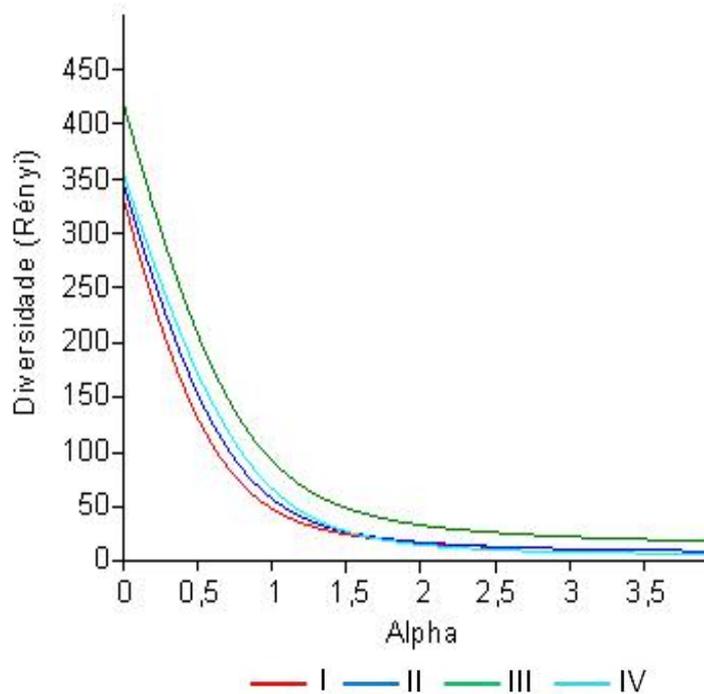


Figura 1.13 Diversidade de insetos (entropia de Rényi) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Vegetação nativa

A maioria das propriedades (I, II e IV) apresentou vegetação nativa nos raios 500 e 1.000 m, com exceção da propriedade III, com vegetação nativa presente apenas no raio de 1.000 m. Vários fragmentos de vegetação nativa foram encontrados nas propriedades I, II e III e, em contrapartida, verificou-se um fragmento único circundando a propriedade IV (Fig. 1.14). Observa-se que as propriedades I, II e III apresentaram valores similares de vegetação nativa (ha), com maior valor observado na propriedade IV (Tab. 1.8).

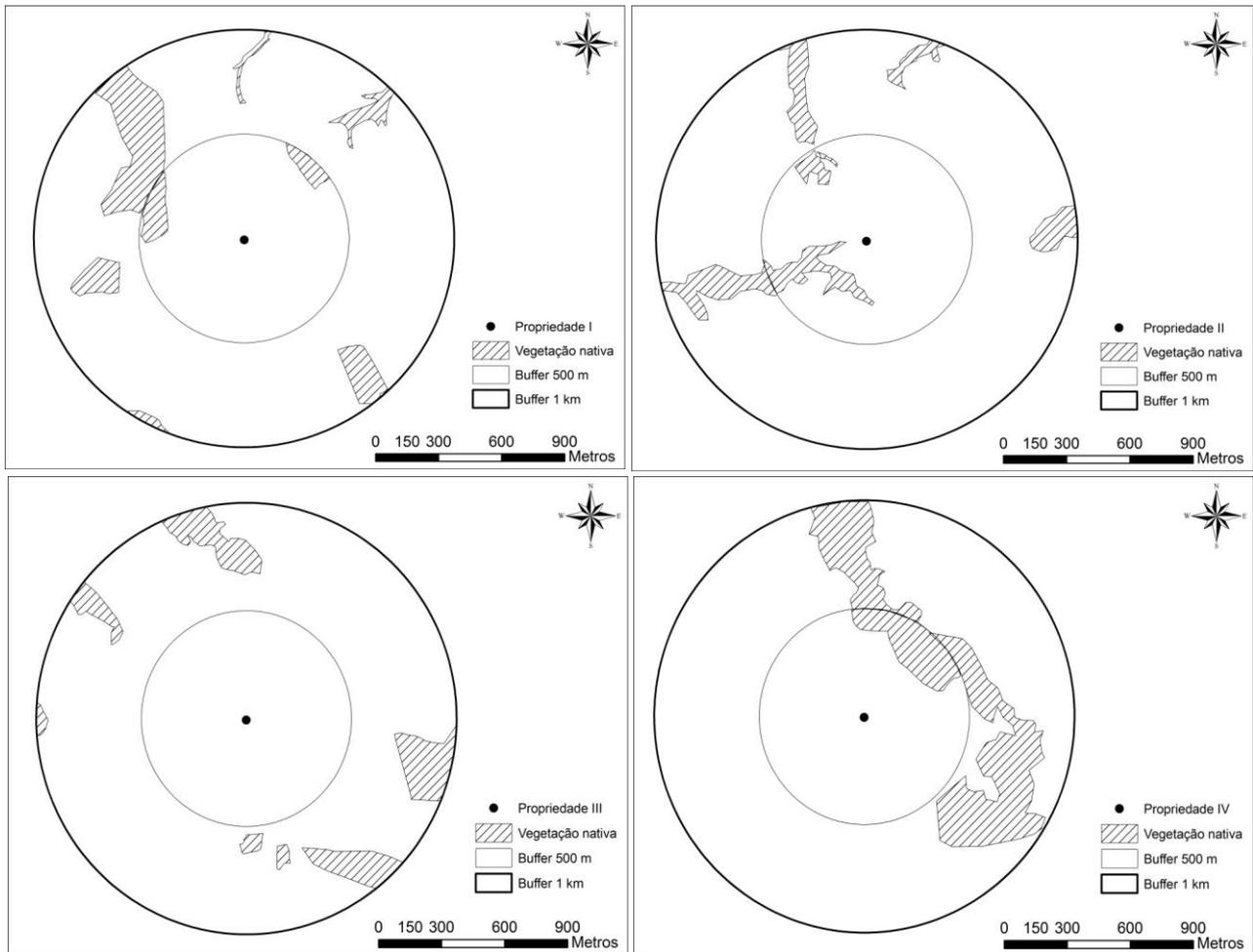


Figura 1.14 Imagem espacial da vegetação nativa nas propriedades rurais (centroide), no período de fevereiro/2009 a janeiro de 2010, no Distrito Federal. (Propriedade I em estágio inicial da transição agroecológica, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Tabela 1.8 Parâmetros avaliados da vegetação nativa (VN) nas propriedades rurais, no Distrito Federal.

Propriedade rural	Distância mínima (m)	Número de fragmentos	Área de vegetação nativa (ha)/ 500 m	Área de vegetação nativa (ha)/ 1000 m
I	341	6	4,46	28,77
II	148	4	6,30	21,03
III	571	7	0	21,87
IV	236	1	8,40	42,99

As variáveis da vegetação nativa não mostraram influência significativa na abundância e na riqueza de insetos, segundo as análises de regressão linear simples. No entanto, uma forte correlação foi observada para algumas variáveis (Tab. 1.9).

Tabela 1.9 Regressão linear simples das variáveis espaciais da vegetação nativa (VN) na riqueza e na abundância de insetos.

Variáveis	Abundância	Riqueza
Distância mínima	r= 0,593; p= 0,291	r= 0,811; p= 0,189
Fragmento (N)	r= 0,926; p= 0,073	r= 0,299; p= 0,700
VN (ha) 500 m	r= -0,588; p= 0,411	r= -0,757; p= 0,242
VN (ha) 1000 m	r= -0,610; p= 0,389	r= -0,306; p= 0,693

Abundância nos sistemas de produção

Comparando-se a abundância de insetos entre os sistemas de produção, diferenças significativas foram encontradas, com maior abundância média no sistema de produção de hortaliças (194,87±101,28) do que no sistema de agrofloresta (127,29±58,81) (t para variâncias separadas=3,99; gl=75; p<0,001). Maior abundância foi observada na propriedade I, com produção de hortaliças (Hort) em estágio inicial da transição agroecológica, quando comparada às propriedades I, II e IV, com agrofloresta (Fig. 1.15) (Teste de Tukey_{7, 77}=4,36; p<0,05).

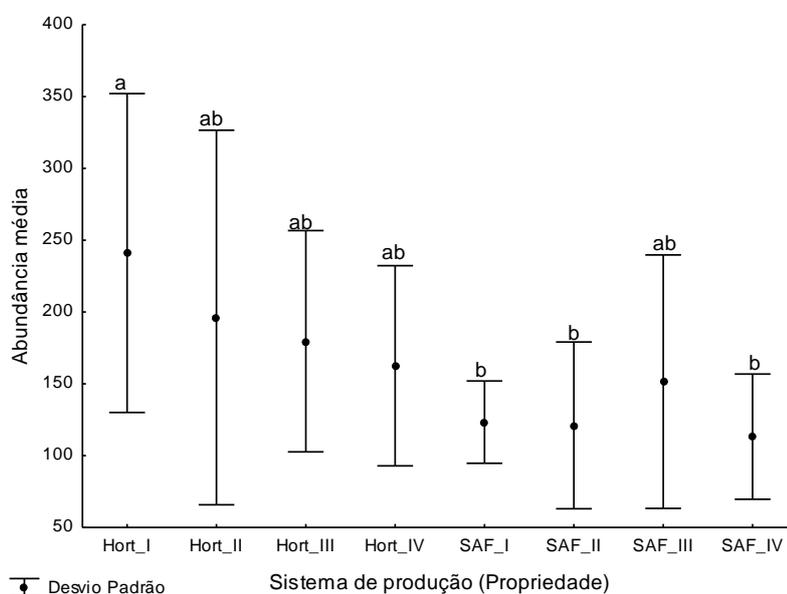


Figura 1.15 Abundância média mensal nas propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. Médias com as mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05).

Riqueza e diversidade

A riqueza de insetos foi maior no sistema de produção de agrofloresta, quando comparado ao de hortaliças (Fig. 1.16).

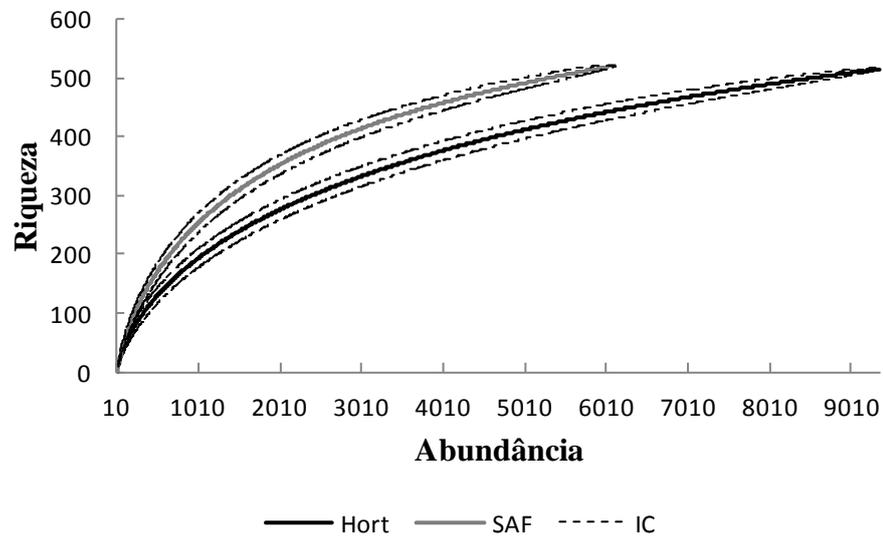


Figura 1.16 Curva de rarefação de insetos baseado em indivíduos (IC a 95%) nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

Diferença na riqueza também é observada entre as áreas de hortaliças (Fig. 1.17A), ao passo que, nas áreas de agrofloresta, a riqueza de espécies apresenta valores semelhantes entre si (Fig. 1.17B).

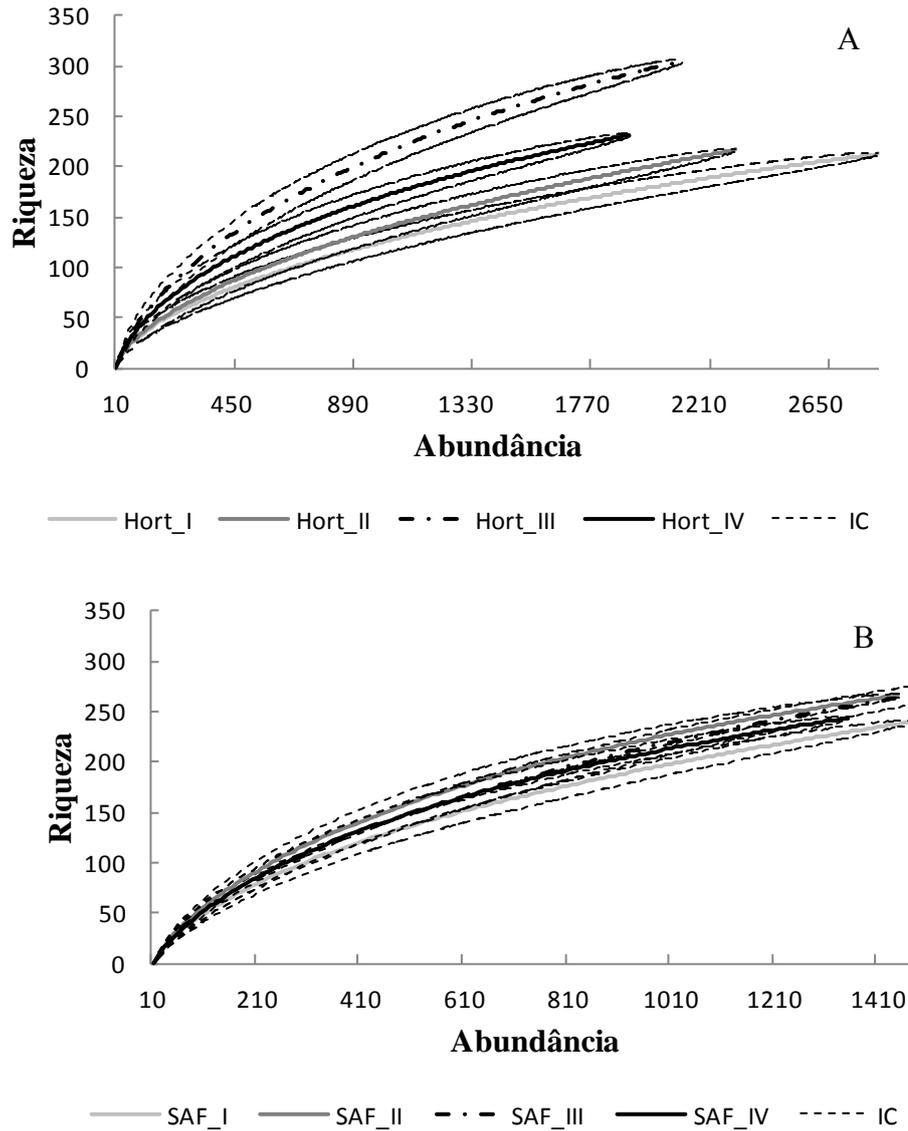


Figura 1.17 Curva de rarefação de insetos baseada em indivíduos (IC a 95%) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Maior diversidade de insetos (entropia de Rényi) foi observada no sistema de agrofloresta, quando comparado com o de hortaliças (Fig. 1.18).

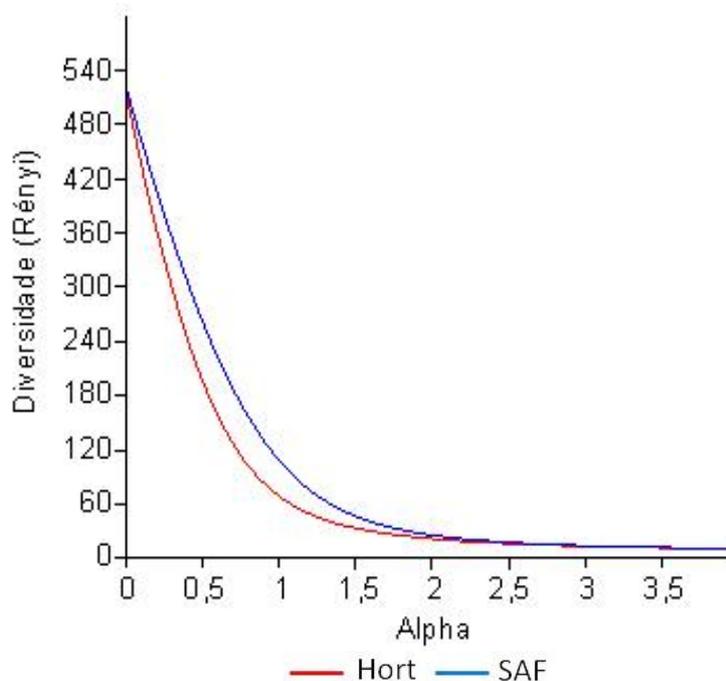


Figura 1.18 Diversidade de insetos (entropia de Rényi) nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

A diversidade, quando comparadas as áreas de hortaliças, apenas na propriedade III, menos perturbada, apresentou maior diversidade (Fig. 1.19A), enquanto nas áreas de agrofloresta foi maior nas propriedades II e III (Fig. 1.19B).

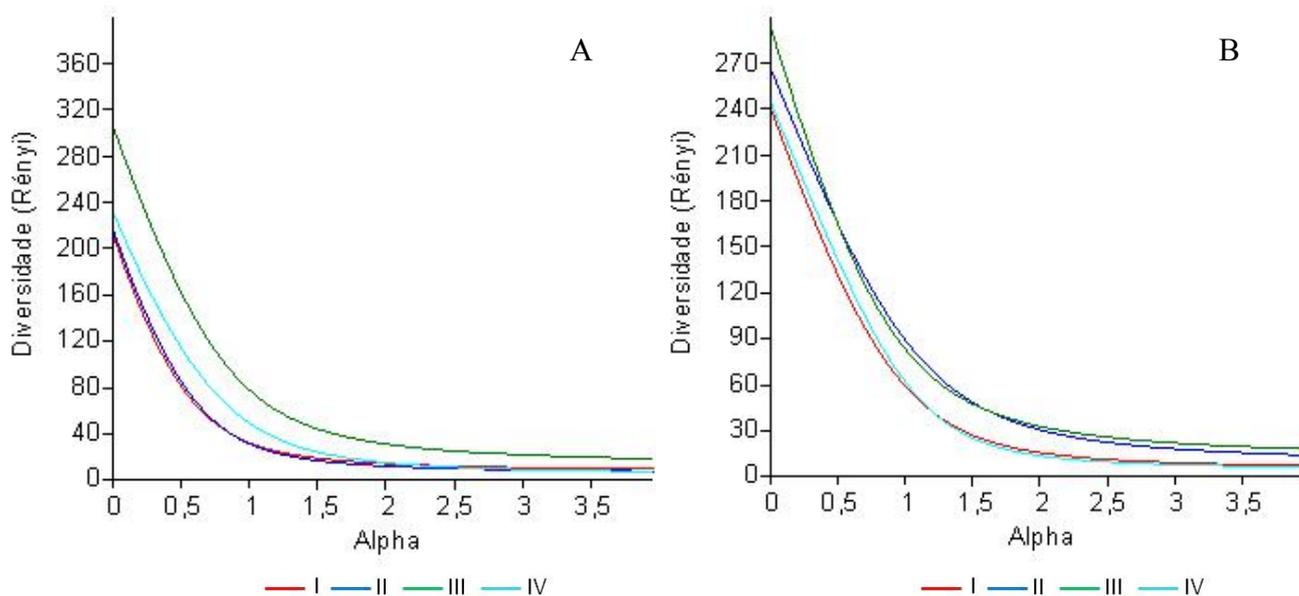


Figura 1.19 Diversidade de insetos (entropia de Rényi) nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF)

(Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Composição

A composição de insetos foi comparada (NMDS) entre as áreas de hortaliças e de agrofloresta e uma maior similaridade foi encontrada nas áreas de agrofloresta. Já nas áreas de hortaliças, apenas as propriedades IV e II mostraram-se similares, enquanto a área I mostrou-se diferente de todas as outras. Observou-se também maior similaridade da composição de insetos entre as áreas de hortaliças e de agrofloresta da propriedade III (Fig. 1.20).

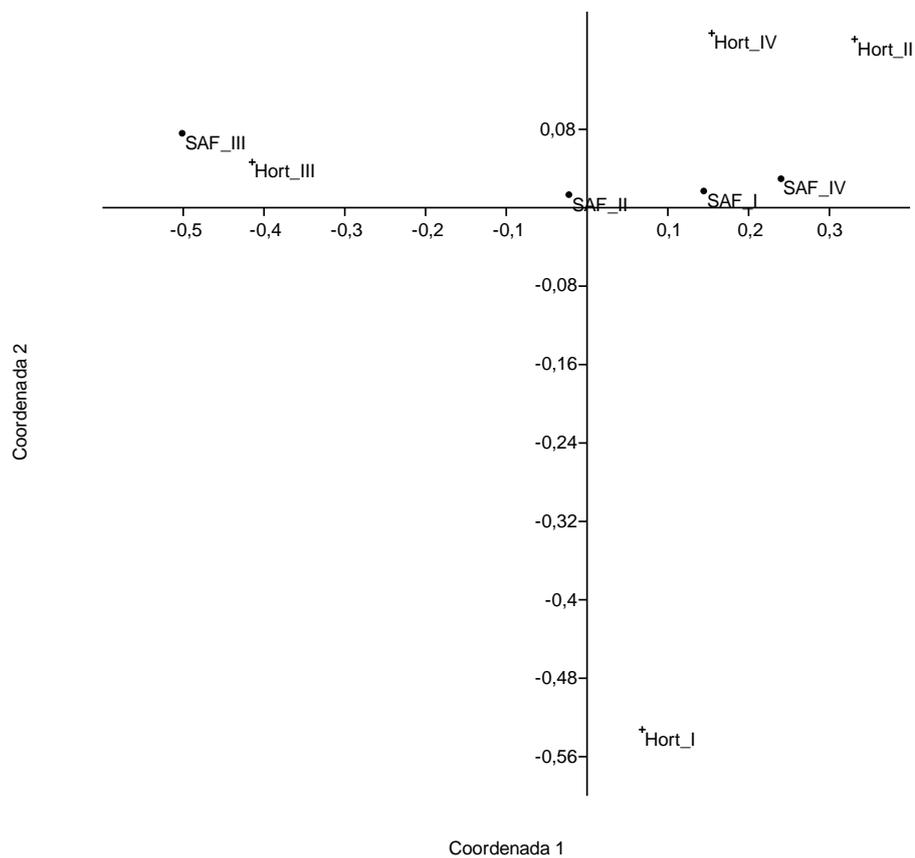


Figura 1.20 Ordenamento das comunidades de insetos nas propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort) e agrofloresta (SAF), pela técnica de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). O índice de Morisita foi empregado para análise de similaridade da composição de espécies. Os dois eixos explicaram 84% da variação observada (Stress=0,115).

Discussão

A abundância, a riqueza, a diversidade e a composição de espécies foram afetadas pelo aumento da diversificação da vegetação local das propriedades e/ou pelos diferentes sistemas de produção. Adicionalmente, as práticas de manejo, levando em consideração a intensidade de perturbação e exploração da área, também influenciaram a estrutura das comunidades de insetos locais.

A abundância dos insetos nos sistemas de produção seguiu o padrão esperado de maior abundância nas áreas de hortaliças, menos diversas na vegetação e mais perturbadas pelas práticas agrícolas, quando comparada com as mais diversificadas das áreas de agrofloresta. Respostas de insetos às práticas de manejo de produção também foram evidenciadas por Pimentel (1961) e Root (1973) em plantações de crucíferas (Cruciferae), demonstrando relação maior da abundância e surtos populacionais de insetos com a simplificação do sistema (monocultivo), conforme observado na área de hortaliças da propriedade I. Dependendo da complexidade estrutural da vegetação, incluindo as da agrofloresta, as populações de insetos também podem responder de forma diferenciada (Teodoro et al., 2009).

Dados empíricos e teóricos sugerem que essa diferença da abundância pode ser uma resposta reprodutiva do inseto, devido à facilidade de encontro com a planta hospedeira, proporcionado pela maior concentração do recurso alimentar e condições físicas uniformes (Root, 1973), bem como pela íntima associação com espécies vegetais relacionadas geneticamente (Feeny, 1977).

A interferência química e física é outro fator que também deve ser considerado em tais sistemas. Quanto mais diversificado for o ambiente, maior a quantidade de voláteis presentes e maior a dificuldade de o inseto em encontrar a planta hospedeira pelo mascaramento de odor; e, em outros casos, os voláteis exalados por algumas plantas

cultivadas podem agir também como repelentes para alguns insetos (Dicke, 2009; Togni et al., 2010b). Já a interferência física ocorre quando são plantadas espécies vegetais com tamanho superior ao da cultura principal, dificultando o movimento do indivíduo entre as plantas ou, mesmo, pela obstrução visual (Feeny, 1976).

O modelo de distribuição da abundância de espécies ajustado em todos os agroecossistemas foi do tipo Série Logarítmica e esse padrão não é uma característica apenas de sistemas agrícolas, mas também recorrente para comunidades de insetos em ambientes tropicais (Novotný & Basset, 2000). Ambientes tropicais são formados por mais de um terço das espécies apresentando um único indivíduo (raras) e os fatores regionais - fluxos de dispersão e imigração de áreas adjacentes - seriam os principais fatores determinantes na estruturação destas espécies, enquanto os fatores locais - principalmente a disponibilidade e a variedade de recurso alimentar - seriam os principais determinantes na estruturação de espécies mais abundantes ou comuns (com mais de 100 indivíduos) (Novotný & Basset, 2000; White et al., 2010).

Comunidades de insetos compostas, principalmente, por espécies raras são mais vulneráveis à extinção local, quando comparadas às espécies com alta densidade populacional. Dessa forma, tais ambientes podem ser considerados sensíveis a mudanças na composição de espécies, devido às constantes perturbações das práticas de manejo agrícolas (Hill & Hamer, 1998), com consequências negativas para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecossistêmicos, e na estabilidade da comunidade de insetos como um todo (Hillebrand et al., 2008).

As ordens Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Coleoptera foram as mais abundantes e mais ricas em espécies, quando comparadas com as demais. Estas ordens, com exceção de Hemiptera, são consideradas megadiversas, com mais de 150.000 espécies descritas, e representam cerca de 80% de todos os insetos (incluindo Lepidoptera), o

que explica a riqueza de espécies encontrada para estes grupos (Grimald & Engel, 2005; Triplehorn & Johnson, 2005).

Foram encontradas 19 espécies de insetos que ocorreram em maior abundância nos agroecossistemas. Verificou-se que algumas espécies foram abundantes em todos os sistemas agrícolas, independente do estágio da transição agroecológica e das práticas culturais de cada propriedade. Tais espécies utilizam ampla variedade de recurso alimentar e, mesmo na ausência do recurso principal e sob condições de perturbações constantes do ambiente, mantêm densidade populacional viável. Em contrapartida, verificou-se também a presença de espécies especialistas, como é o caso da tesourinha *D. luteipes*, que ocorreu em maior abundância apenas na propriedade I (produção de milho). Esta espécie é predadora chave da lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*, praga de importância econômica da cultura do milho, o que reforça a ideia de que algumas espécies de inimigos naturais ocorrem em determinadas culturas, em função da disponibilidade de sua(s) presa(s) principal (is) (Reis et al., 1988). Com isso, mesmo que houvesse grande diversidade vegetal na área e no uso de práticas de produção mais sustentáveis, o aumento da densidade dessa população estaria ainda limitado à presença do recurso alimentar principal.

Existem informações, na literatura, a respeito da biologia e da dinâmica populacional para as espécies mais abundantes mencionadas anteriormente. No entanto, pouco se sabe a respeito da mosca *Condylostylus* sp.09. Esta espécie, na fase adulta, é predadora de diversos insetos pequenos, mas existem poucas informações a respeito da fase larval (Triplehorn & Johnson, 2005). Esta mosca representou quase 30% de importância relativa de todos os insetos coletados e foi dominante em todos os agroecossistemas, demonstrando ser uma espécie que se adapta bem às condições de perturbações locais. Aparentemente, esta espécie não se mostrou dependente direta da vegetação cultivada,

mas as práticas empregadas de produção podem favorecer a sua permanência, propiciadas pelas condições climáticas locais (irrigação), o micro-habitat (matéria vegetal em decomposição, local de desenvolvimento para as larvas) e o alimento para os adultos (pequenos insetos, néctar ou pólen) (Harterreiten-Souza et al., 2011). Esta espécie também já foi registrada em outros ambientes agrícolas, apresentando elevada abundância relativa, quando comparada aos demais grupos de insetos (Togni et al., 2010a).

A joaninha *H. axyridis* foi outra espécie encontrada com maior abundância ocorrendo apenas na propriedade IV (Taguatinga) e uma única vez na propriedade III (Ceilândia). Com base nestas informações, foi possível realizar o primeiro registro desta espécie no Distrito Federal (Harterreiten-Souza et al., 2012). Ela é exótica e invasora no Brasil, conhecida popularmente por joaninha-asiática ou multicolorida, sendo considerada predadora voraz, principalmente de pulgões, uma das principais pragas de hortaliças. Existe grande interesse em relação ao impacto dessa espécie na comunidade de outros coccinelídeos, devido à sua ação como predador intraguilda, o que causa deslocamento e rearranjo da comunidade de coccinelídeos nativos (Martins *et al.*, 2009). Maior abundância e dominância observadas desta joaninha na propriedade IV podem ser explicadas pela sua plasticidade e capacidade de adaptação a novos habitats. A ausência ou a baixa abundância nas outras propriedades apoiam a hipótese de seu estabelecimento ainda recente na região.

A riqueza e a diversidade de espécie também foram afetadas pela diversidade de plantas e práticas de manejo das propriedades e entre os sistemas de produção, com maior valor nas áreas mais diversas na vegetação e menor perturbação e exploração das áreas com sistema agroflorestal. Hendricks e colaboradores (2009) também encontraram resultados parecidos com o aumento da intensidade do uso da terra (aplicação de

fertilizantes e pesticidas) e diversidade de habitats afetando os componentes de diversidade total de artrópodes na paisagem agrícola.

No sistema agroflorestal foi observada maior equitabilidade da riqueza entre as áreas I, II, III e IV, quando comparadas com as de hortaliças. Ambientes agroflorestais combinam elementos de culturas anuais e perenes, retendo ou incluindo árvores na área usada para a agricultura, o que resulta em ambientes com vegetação constante ao longo do tempo. Dessa forma, os insetos se beneficiam desta estrutura da vegetação local e a permanência deles na área é favorecida pela variedade e constância de recurso alimentar (diversidade de plantas) e pelas condições microclimáticas favoráveis (cobertura do dossel) (Gliessman, 2005; Medeiros et al., 2010). Os sistemas agroflorestais desempenham também papel importante na conservação e na manutenção da biodiversidade, servindo como “ponte” para a dispersão de insetos ali presentes entre as áreas cultivadas e nativas e como “amortecedores” dos impactos ambientais, minimizando os efeitos de desmatamento e fragmentação gerados pelo uso intensivo das práticas agrícolas convencionais, garantindo, em parte, a heterogeneidade do hábitat e da paisagem (Bragwat *et al.*, 2008).

Além da diversidade de plantas e da intensidade de perturbação em ambientes agrícolas, alguns trabalhos abordam a importância de se conhecer as características da espécie cultivada (i.e. atrativas ou não para insetos fitófagos) antes de sua introdução na área. Bourassa e colaboradores (2008) demonstraram que o tipo ou “identidade” da espécie cultivada teve maior efeito na riqueza, na diversidade e na composição de alguns grupos de insetos, em vez das práticas de manejo convencional ou orgânico. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram esta hipótese, tendo sido observado que, na propriedade I, mesmo produzindo de forma convencional e em monocultivo, a espécie cultivada de milho mostrou uma fauna de insetos rica e diversa, quando

comparada com as outras propriedades de hortaliças mais diversificadas (Cavalvanti, 1973; Gallo et al., 2002). Dessa forma, a possibilidade de coexistência de diferentes espécies em uma mesma planta, devido à partição de recurso pela diferenciação de nicho (grupos de herbívoros especializados em uma determinada parte da planta) (Schoener, 1974) e às diferenças atribuídas à arquitetura da planta, como o tamanho e a densidade, condições fenológicas são fatores que podem também afetar diretamente as comunidades de insetos localmente (Lawton, 1983).

Nenhum dos parâmetros calculados relacionados à vegetação nativa teve influência direta na riqueza e na abundância de espécies local. Isso reforça a importância das práticas locais, principalmente ligadas à produção primária (*bottom-up*) e das interações entre as espécies locais (*top-down*), como fatores importantes na estruturação de comunidades de insetos em agroecossistemas (Power, 1992). De acordo com Hunter & Price (1992), uma interação mais complexa na teia trófica ocorre em sistemas mais diversificados (considerando também a heterogeneidade abiótica), devido à ação de forças *bottom-up* e *top-down* atuando simultaneamente na dinâmica dos organismos em qualquer nível trófico, enquanto em sistemas simplificados a força *bottom-up* seria um forte limitador da composição, com dominância restrita a algumas espécies, pela disponibilidade de recurso alimentar e baixa interação na teia trófica.

As comunidades de insetos foram afetadas pelas diferentes práticas de manejo adotadas nos agroecossistemas em diferentes estágios da transição agroecológica e em âmbito local, entre os sistemas de produção de hortaliças e de agrofloresta. Assim, concluiu-se, neste trabalho, que ocorre maior abundância e dominância de insetos com a simplificação estrutural da vegetação e maior intensidade de distúrbio da área, enquanto há maior riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies com o aumento da complexidade estrutural do agroecossistema. Aparentemente, todas as comunidades de

insetos mostraram um padrão semelhante de distribuição da abundância, com poucos indivíduos (raras) em cada espécie e um pequeno grupo de insetos muito abundantes (comuns). Quando avaliadas as comunidades de insetos no que diz respeito à vegetação nativa do entorno, nem a abundância e nem a riqueza foram afetadas em nenhum dos parâmetros da vegetação nativa. Dessa forma, as práticas de manejo local devem ser consideradas como componentes importantes na estruturação e conservação de insetos, principalmente quando se pretende maximizar os serviços ecossistêmicos e a manutenção da funcionalidade do sistema agrícola.

CAPÍTULO II

Comunidades de insetos herbívoros e de inimigos naturais em diferentes sistemas de produção de hortaliças e de agroflorestas

Resumo

As diferentes práticas de manejo adotadas nos sistemas de produção de hortaliças, que exigem trato cultural intensivo e rápida substituição da vegetação cultivada, contrapõem-se aos de agrofloresta e podem afetar não somente o desempenho das culturas, mas também o funcionamento natural do agroecossistema. O objetivo foi avaliar como sistemas de produção de hortaliças e de agrofloresta afetam os grupos funcionais de herbívoros e predadores/parasitoides em relação à abundância, à riqueza e à diversidade de espécies. A diversidade dos grupos funcionais foi afetada positivamente pelo aumento da complexidade estrutural da vegetação e menor intensidade e frequência de distúrbios da agrofloresta. Adicionalmente, nas áreas de agrofloresta, os valores de abundância, riqueza e diversidade se mostraram semelhantes. Um padrão sazonal foi observado para os inimigos naturais, com maior abundância ocorrendo no período que corresponde ao final da estação chuvosa e início da estação seca. A riqueza e a diversidade dos grupos funcionais foram afetadas positivamente com o aumento da diversificação estrutural da vegetação e a menor perturbação e exploração das áreas cultivadas e negativamente na abundância de herbívoros com a simplificação do sistema (monocultivo de hortaliças). Assim, efeitos combinados com o aumento da diversidade de vegetação e de inimigos naturais podem contribuir para os serviços ecológicos, principalmente no controle natural de insetos fitófagos, contribuindo para a manutenção e o funcionamento dos agroecossistemas.

Palavras-chave: grupos funcionais, agroecossistemas, práticas de manejo.

Abstract

Different management practices adopted in vegetable farming, which require intensive agricultural practices and quick crop replacement, contrast to the management practices adopted in agroforestry. This can affect not only crops performance, but also the functioning of the ecosystem. The aim of this study was to evaluate how vegetable production systems and agroforestry affect the functional groups of herbivores and predators/parasitoids regarding the abundance, richness and diversity of species. The diversity of functional groups was positively affected by an increase of structural complexity of the vegetation and lower intensity and frequency of disturbance in the agroforestry areas. Additionally, in the areas of agroforestry, the values of abundance, richness and diversity were similar. A seasonal pattern was observed for natural enemies, with the highest abundance in the end of the rainy season and early dry season. The richness and diversity of functional groups were positively affected by the increase of the structural diversity of vegetation and less disturbance and exploitation of cultivated areas and were negatively affected on the abundance of herbivores due to a simplification of the system (vegetables monoculture). Thus, the combined effects of increasing vegetation diversity and natural enemies can contribute to ecological services, especially the natural control of phytophagous insects, contributing to the maintenance and functioning of ecosystems.

Keywords: agroecosystems, functional groups, management practices.

Introdução

Nos sistemas agrícolas, os insetos desempenham diversos serviços ecossistêmicos, como polinização e ciclagem de nutrientes pela decomposição da matéria orgânica e qualidade da água e solo. Além disso, a herbivoria causada por espécies fitófagas e o controle biológico das populações por predadores e parasitoides são especialmente importantes em tais sistemas. Portanto, as práticas de manejo adotadas podem afetar não somente o desempenho das culturas, mas também o funcionamento do agroecossistema (Chapin et al., 2000; Landis et al., 2000; Hunter, 2002; Hutton & Giller, 2003; Winfree et al., 2011).

A agricultura moderna utiliza práticas, como a mecanização pesada para o preparo do solo, o plantio de monocultura extensiva e o uso intenso de insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos (Sujii et al., 2010). Essas práticas reduzem a diversidade e a variabilidade genética no interior das áreas de plantio como fragmentam e reduzem a vegetação no entorno. Além disso, produzem constantes perturbações nos sistemas plantados, tornando os agroecossistemas instáveis e incapazes de manter comunidades de insetos que possam prover serviços ecológicos para o funcionamento equilibrado dos agroecossistemas (Bettioli, 2010). As comunidades de insetos nesses sistemas são dominadas por poucas espécies muito abundantes, sem controle natural de suas populações (Bengtsson, 2010).

Uma alternativa à agricultura convencional é a aplicação de um conjunto de sistemas conhecidos como agricultura de base ecológica ou com princípios agroecológicos. Em geral, propõe sistemas mais diversificados de produção e multiestratificados na vegetação, com manejo orgânico ou menor dependência por insumos externos (químicos), permitindo a formação de agroecossistemas mais duradouros e estáveis no tempo. Isso porque há uma redução do controle humano na produção e maior

aproveitamento dos serviços ecológicos providos pela biodiversidade (Magdoff, 2007; Altieri & Nicholss, 2009).

Uma forma de maximizar os serviços ecossistêmicos é pelo redesenho do agroecossistema. Algumas das estratégias gerais que podem ser utilizadas são: (i) diversificação da vegetação dentro do sistema produtivo (e.g. policultivos); (ii) manutenção da vegetação do entorno, como áreas de pousio e agrofloresta; (iii) permanência de diferentes culturas ao longo do tempo e (iv) conservação da vegetação nativa (Dalgaard et al., 2003; Magdoff, 2007; Sujji et al., 2010; Mazzi & Dorn, 2012). Ao diversificar, os agricultores podem criar condições ambientais favoráveis para conservar e/ou aumentar os inimigos naturais e maximizar o controle biológico natural na área (Letourneau et al., 2011).

A diversificação da vegetação, na maioria dos casos, leva ao aumento da abundância e da diversidade de inimigos naturais e à redução na abundância de herbívoros (Letourneau et al., 2011). Adicionalmente, há redução nos danos à cultura pela supressão de herbívoros devido à atuação de seus inimigos naturais (Risch et al., 1983; Root, 1973; Letourneau et al., 2011). Outra possibilidade é que, em sistemas mais diversificados, os herbívoros são expostos a um ambiente quimicamente, estruturalmente e visualmente mais complexo do que em monocultura. Portanto, espera-se uma maior dificuldade do herbívoro em encontrar a planta hospedeira ou, então, uma modificação do seu comportamento (Finch & Collier, 2000; Randlkofer et al., 2010).

Culturas anuais e de ciclos curtos, como as de hortaliças, exigem tratos culturais intensivos (Henz & Alcântara, 2009). Por outro lado, sistemas de agrofloresta combinam elementos de culturas anuais e perenes, além de conservar e/ou incluir árvores na área usada para a agricultura, com permanência constante da vegetação ao longo do tempo (Gliessman, 2005). Tais sistemas servem como abrigos para fauna local,

com condições microclimáticas favoráveis devido à cobertura do dossel pelas árvores, além da reduzida intensidade de manejo (Bhagwat et al., 2008).

As diferentes práticas de produção relacionadas à diversidade e à arquitetura da vegetação (i.e. tamanho e tempo de permanência na área) e pela interação espacial de recursos e inimigos naturais são fatores que podem afetar a abundância e a diversidade de herbívoros em agroecossistemas (Altieri et al., 1983; Harmon et al., 2003, Lewinsohn et al., 2005). Conhecer como os organismos respondem a tais modificações pode ser útil na agricultura para o aumento de inimigos naturais e maior eficiência do controle biológico natural.

Este estudo foi realizado com os objetivos de (1) verificar se sistemas de produção de agroflorestas e de hortaliças produzem padrões característicos de abundância, riqueza e diversidade de insetos herbívoros e predadores/parasitoides; (2) identificar se o manejo da diversidade de plantas nas culturas e outras práticas agrícolas afetam esses padrões e (3) se a abundância dos grupos funcionais apresenta padrão anual de sazonalidade.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido em quatro propriedades rurais de agricultores familiares, em áreas com produção de hortaliças e de agrofloresta, localizadas em regiões distintas do Distrito Federal (Tab.2.1).

Tabela 2.1 Localização, coordenada geográfica (UTM) e altitude (m) das propriedades rurais estudadas, no Distrito Federal.

Propriedade	Localização	Coord_E	Coord_N	Altitude (m)
I	Planaltina	206061,77	8275905,99	1036
II	Ceilândia	151533,88	8247864,51	1100
III	Paranoá	217558,17	8248282,99	1068
IV	Taguatinga	170691,26	8247436,8	1200

Características das áreas

O resumo das principais características de cada sistema de produção de hortaliças e de agrofloresta (SAF) são mostrados na tabela 2.2. Os parâmetros verificados nas áreas com produção de hortaliças foram: (1) a diversidade de plantas - ao qual foi atribuída uma menor riqueza para a área com apenas uma espécie cultivada, média (<5 espécies) e alta (>10 espécies); (2) práticas de manejo relacionadas com a produção convencional (uso de inseticidas) a orgânico (sem um de inseticidas); (3) intensidade da perturbação da área, baseado no tempo de turnover das plantas (com base no ciclo de vida) e, assim, como turnover rápido consideraram-se culturas de ciclos anuais e turnover médio, culturas perenes (acima de um ano) e (4) intensidade de exploração da área, com relação à destinação do produto (comercial ou subsistência). Nas áreas de agrofloresta não foram considerados os parâmetros mencionados, devido à similaridade das práticas de produção e número de espécies (> 15 espécies) adotadas em todas as propriedades. As áreas de SAF foram implantadas no mesmo período (dezembro de 2008), com exceção da área IV, com SAF presente desde 2002. Alguns problemas foram evidenciados na implantação do SAF III, no qual algumas espécies vegetais morreram (problemas de irrigação) e outras foram dominantes ao longo do ano (por exemplo: *Crotalaria* sp.).

Tabela 2.2 Principais características das propriedades rurais com produção de hortaliças, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

Propriedade	Diversidade de plantas cultivadas	Perturbação da área	Exploração da área	Práticas de manejo
I	baixa	alta	comercial	convencional
II	média	moderada	comercial	transição (a)
III	média	alta	subsistência	transição (b)
IV	alta	alta	comercial	orgânica

(a) Diversificação de plantas e uso reduzido de inseticidas;

(b) Uso de fertilizante químico.

Métodos de amostragem

Entomofauna

A entomofauna de cada propriedade foi amostrada de forma padronizada pelo método de coleta ativa, com auxílio de rede entomológica, aspirador entomológico e coleta direta com potes de plástico. As coletas foram realizadas sempre na primeira semana de cada mês, durante o período de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010.

Coleta ativa: em cada propriedade foram escolhidas duas áreas de coleta, sendo uma área com produção de hortaliças e a outra área com agrofloresta. Em cada área foram coletadas 12 amostras, em plantas ao acaso, com um esforço amostral de 10 minutos, totalizando 24 amostras por propriedade. A coleta direta foi realizada, preferencialmente, no período da manhã, quando grande parte dos insetos encontrava-se em atividade, facilitando a sua localização e captura (Antonini et al., 2005).

Os insetos coletados foram classificados por grupos funcionais, com base na relação predominante entre insetos e plantas em grupos de herbívoros e de predadores e parasitoides (Triplehorn & Johnson, 2005), obtidos com base em informações bibliográficas e, quando necessário, com base nos caracteres morfológicos externos.

O material coletado foi encaminhado para o Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, para a realização da triagem, montagem e identificação dos insetos até o menor nível taxonômico possível ou separado pelas características morfológicas (morfoespécies). Um conjunto de literaturas bibliográficas foi utilizado para a identificação dos insetos, incluindo chaves dicotômicas e livros especializados (Goulet & Huber, 1993; Gauld & Bolton, 1996; Triplehorn & Johnson, 2005; Brown et al., 2009; Brown et al., 2010), por comparações com material preservado na coleção entomológica do laboratório, e também com auxílio de especialistas.

Análises dos dados

Abundância

Para a comparação de média entre os sistemas de produção, foi aplicado o teste *t* de Student ou o teste *t* para variâncias separadas, quando os dados não apresentaram homogeneidade das variâncias. Os valores de abundância foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas ou Kruskal-Wallis, para determinar se existe diferença nas propriedades com produção de hortaliças e agrofloresta. Quando houve diferença significativa, a comparação múltipla de médias foi feita utilizando-se o teste de Tukey.

Riqueza e Diversidade

A riqueza de insetos das comunidades foi comparada com base na rarefação por indivíduos e a diversidade, pela entropia de Rényi (Tóthmérész, 1995). Este índice permite um contínuo de possibilidades de medidas de diversidade de acordo com o parâmetro α , em que $\alpha = 0$ indica o número de espécie de uma comunidade; $\alpha = 1$, entropia de Shannon e $\alpha = 2$, índice de Simpson (Ricotta et al., 2002; Ricotta, 2003), além de uma ordenação fácil das comunidades com base na diversidade e indicar claramente que as interseções das linhas de duas ou mais comunidades não são comparáveis (Ricotta et al., 2002; Tóthmérész, 1995).

Resultados

Foi encontrado um total de 12.506 insetos, pertencentes aos grupos funcionais de herbívoros (50,5%) e predadores/parasitoides (49,5%) (Fig.2.1). Foram identificadas 10 ordens, 83 famílias e 554 espécies/morfoespécies (Tabela IV e V do Anexo).

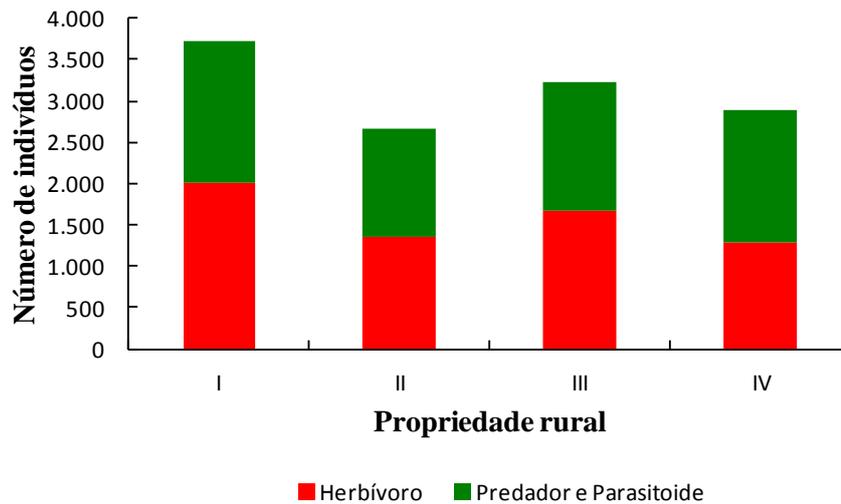


Figura 2.1 Abundância total dos grupos funcionais de herbívoros e predadores/parasitoides nas propriedades rurais em diferentes estágios da transição agroecológica, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Abundância

Os herbívoros apresentaram maior abundância média nas áreas de produção de hortaliças ($77,39 \pm 44,14$) comparadas com as de agrofloresta ($54,37 \pm 28,62$) (t para variâncias separadas=3,03; gl=80; $p=0,003$). A abundância de herbívoros foi maior apenas na propriedade I, com produção de hortaliças diferindo das demais propriedades com hortaliças e agrofloresta ($F_{7,77}=5,94$; $p < 0,05$) (Fig. 2.2).

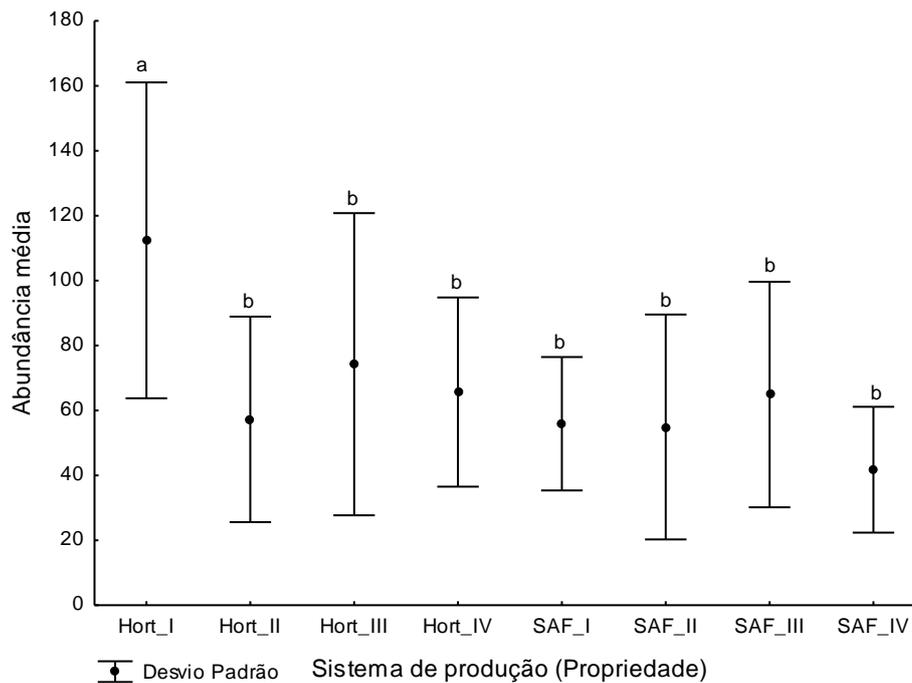


Figura 2.2 Abundância média mensal de herbívoros nas propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010, no Distrito Federal. Médias com as mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Os predadores e os parasitoides também apresentaram maior abundância média no sistema com produção de hortaliças ($76,53 \pm 59,77$) em relação à agrofloresta ($52,25 \pm 41,11$) (t para variâncias separadas = 2,31; $gl = 83$; $p = 0,01$). Não foi possível estabelecer diferenças significativas da abundância entre as propriedades com produção de hortaliças e agrofloresta (Kruskal Wallis $H_{7,96} = 5,58$; $p = 0,5$).

Os grupos funcionais também foram avaliados ao longo dos meses no sistema com produção de hortaliças e a maior abundância média de herbívoros, quando comparados aos predadores e parasitoides, foi observada nos meses de junho a outubro, com picos em junho e outubro. Em contrapartida, os predadores e os parasitoides foram mais abundantes nos meses de março a maio, com picos em abril e maio (Fig. 2.3).

Observou-se também um maior equilíbrio da abundância absoluta de herbívoros em relação aos predadores e parasitoides na propriedade IV, com maior dominância de herbívoros ocorrendo em apenas dois meses do ano. Por outro lado, a abundância de herbívoros foi maior que a de predadores e parasitoides na propriedade I, com sete meses de dominância no ano (Fig. 2.4).

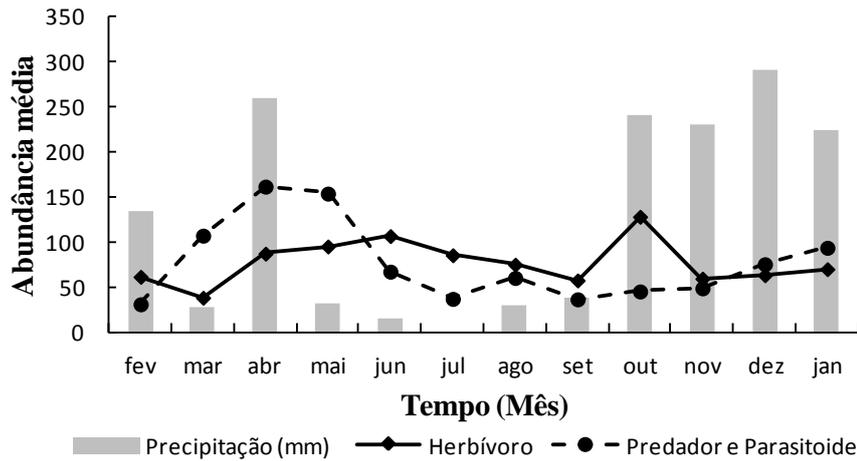


Figura 2.3 Abundância média mensal dos grupos funcionais e precipitação (mm) no sistema com produção de hortaliças, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010.

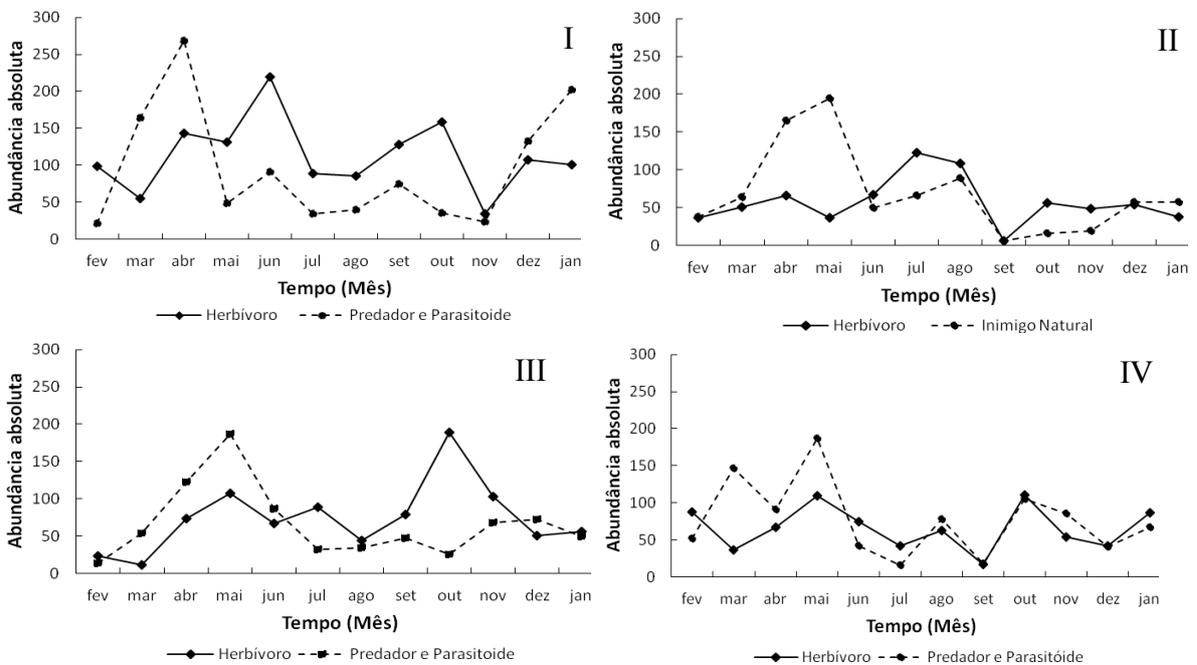


Figura 2.4 Abundância absoluta dos grupos funcionais nas propriedades rurais com produção de hortaliças, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

No sistema agroflorestal, o período de maior abundância média para os grupos de herbívoros e predadores/parasitoide foi o mesmo encontrado no sistema de produção de hortaliças (Fig. 2.5). Observou-se, entre as áreas de agrofloresta, maior equilíbrio da abundância absoluta mensal dos herbívoros em relação aos predadores e parasitoides, quando comparadas às propriedades com hortaliças (Fig. 2.6).

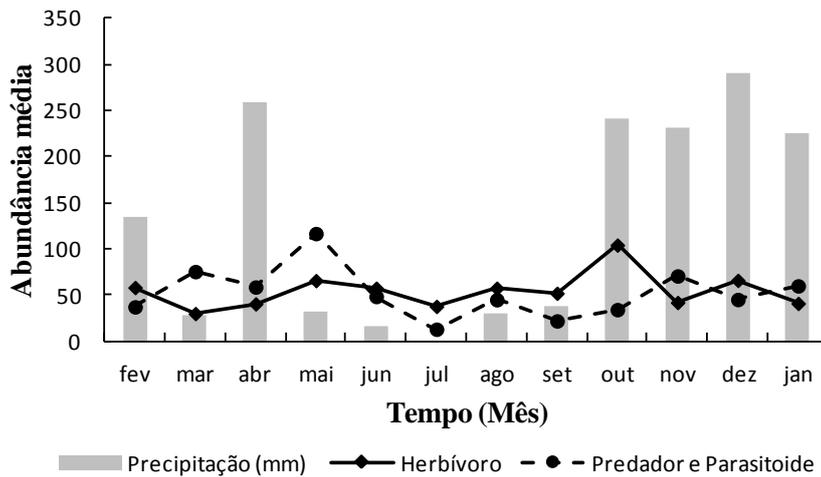


Figura 2.5 Abundância média mensal dos grupos funcionais e precipitação (mm) no sistema com produção de agrofloresta, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010.

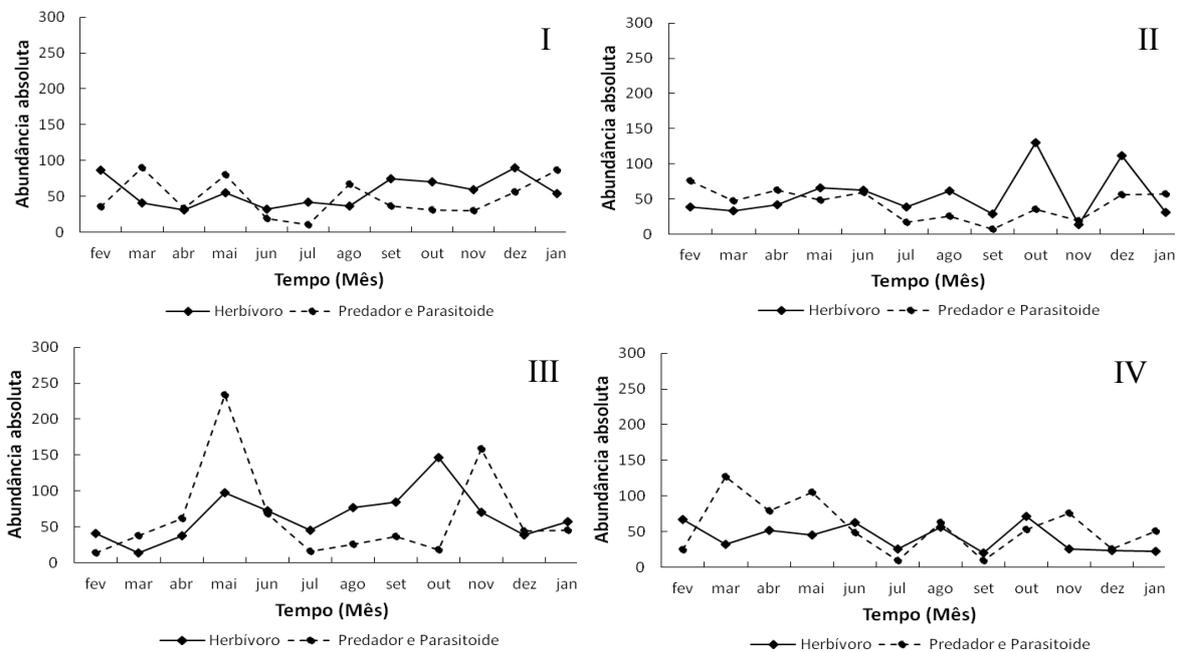


Figura 2.6 Abundância absoluta mensal dos grupos funcionais nas propriedades com produção de agrofloresta, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

A abundância proporcional média entre os grupos funcionais também foi avaliada nos sistemas de produção com a sazonalidade (precipitação). Uma diferença significativa da abundância foi encontrada no final da estação chuvosa e início da estação seca (março a abril) (Fig. 2.3 e Fig. 2.5). Neste período, os predadores e os parasitoides apresentaram maior abundância do que os herbívoros, no sistema de produção de hortaliças ($t=-2,97$; $p=0,008$) e de agrofloresta ($t=-2,25$; $p=0,01$). No período correspondente aos meses extremos de seca (junho a agosto) (Fig. 2.3 e Fig. 2.5), a abundância de herbívoros foi maior do que a dos predadores e parasitoides apenas no sistema de hortaliças ($t=2,20$; $p=0,02$), não havendo diferenças significativas da abundância no sistema de agrofloresta ($p>0,05$). Por outro lado, não foi evidenciada diferença significativa da abundância entre os grupos funcionais no período de chuva, correspondente aos meses de outubro a dezembro (Fig. 2.3 e Fig. 2.5) ($p>0,05$).

Riqueza e Diversidade

O número acumulado de espécies de herbívoros coletadas por sistema de produção foi maior no sistema agroflorestal em relação às áreas de produção de hortaliças (fig. 2.7).

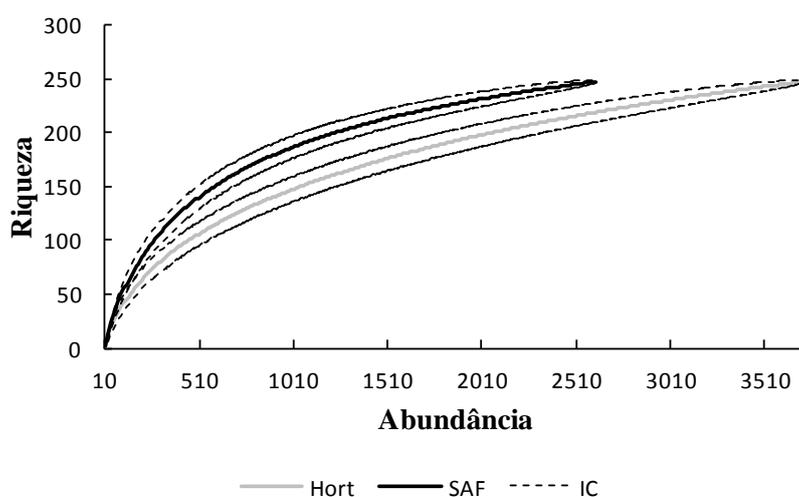


Figura 2.7 Curva de rarefação de herbívoros, baseada em indivíduos (IC a 95%), nos sistemas com produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no

Distrito Federal.

A comparação, pelo mesmo método, das áreas de produção de hortaliças entre as propriedades mostrou diferenças, com maior riqueza na propriedade III e valores mais baixos na propriedade I (Fig. 2.8A). A riqueza nas propriedades com agrofloresta apresentou grande sobreposição dos intervalos de confiança, sugerindo semelhança nos padrões de riqueza de espécies (Fig. 2.8B).

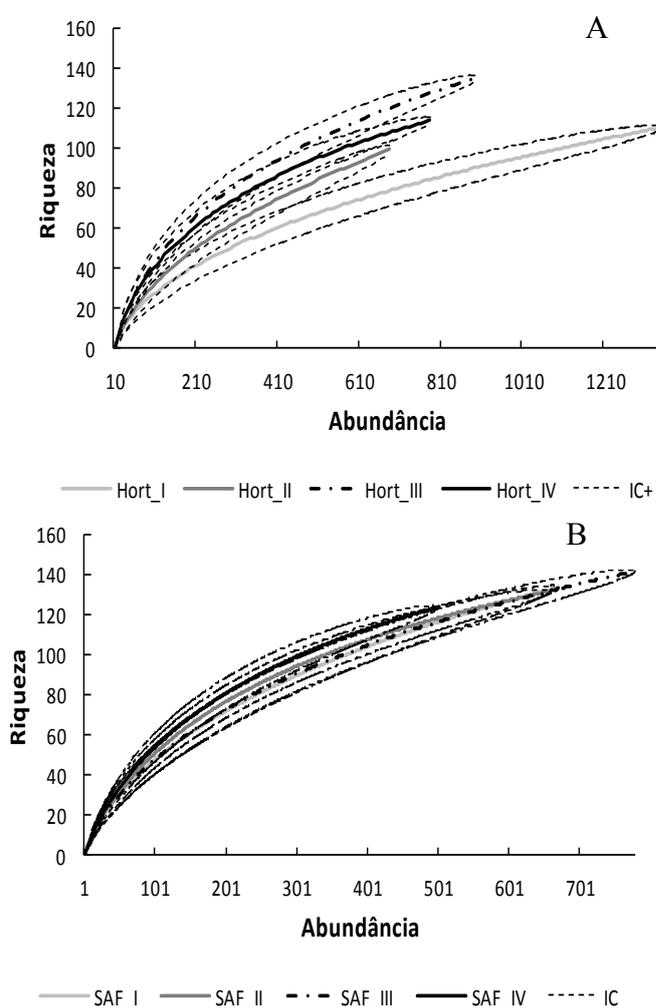


Figura 2.8 Curva de rarefação de herbívoros, baseada em indivíduos (IC a 95%), nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

A riqueza de predadores e parasitoides também foi maior no sistema de produção de agrofloresta que no de hortaliças (Fig. 2.9). Maior variação da riqueza foi observada entre as áreas de hortaliças, com menor valor na propriedade I, maior na propriedade III e valores intermediários nas propriedades II e IV (Fig. 2.10A). Já nas áreas de agrofloresta, a riqueza foi maior nas propriedades III e II (Fig.2.10B).

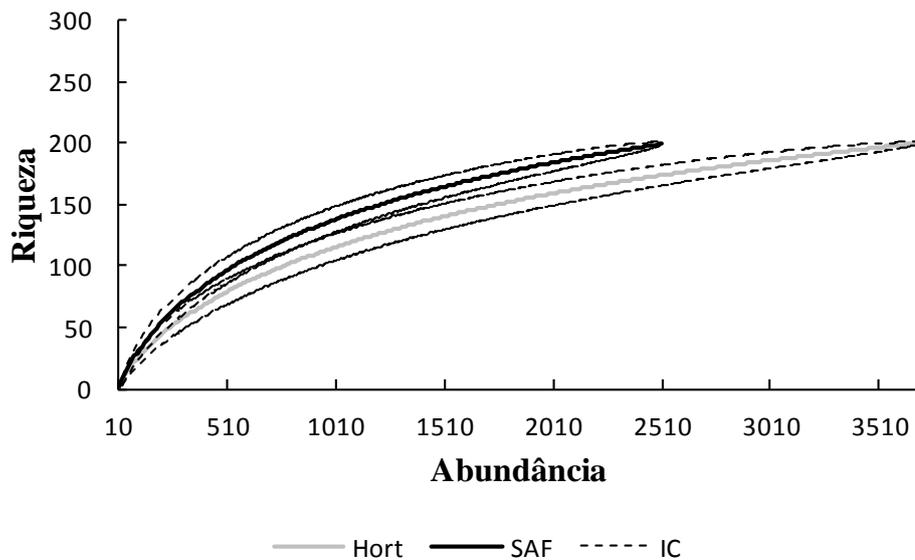


Figura 2.9 Curva de rarefação de predadores e parasitoides, baseada em indivíduos (IC a 95%), nos sistemas com produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010, no Distrito Federal.

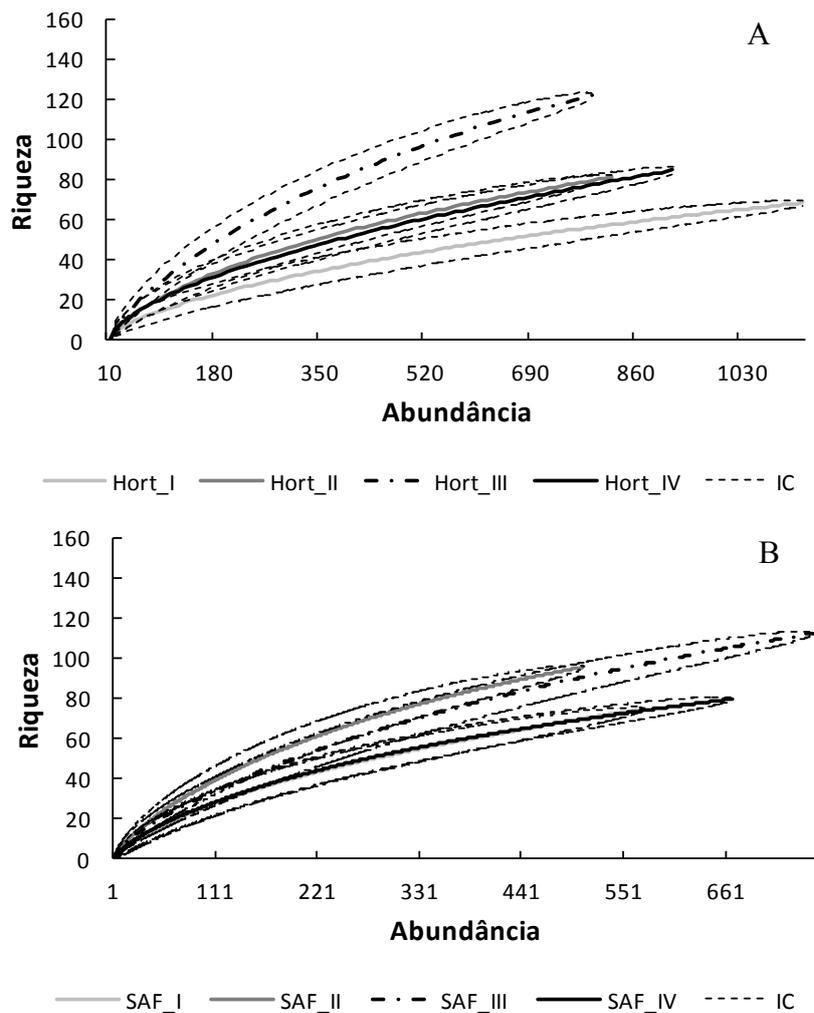


Figura 2.10 Curva de rarefação de predadores e parasitoides, baseada em indivíduos (IC a 95%), nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

A diversidade de herbívoros comparada pela entropia de Rényi foi maior no sistema de agrofloresta em relação ao de hortaliças (Fig. 2.11). A comparação do perfil de diversidade entre as agroflorestas das diferentes propriedades apresentou valores similares entre as áreas (Fig. 2.12B). Em contrapartida, maior variação no valor de diversidade foi observada entre as áreas de hortaliças, com maior diversidade nas propriedades III e IV (Fig. 2.12A).

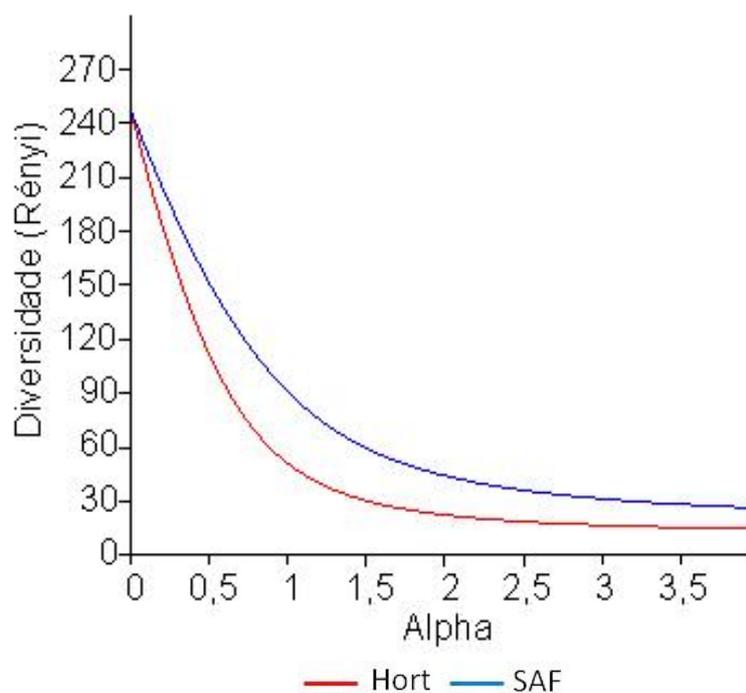


Figura 2.11 Diversidade de herbívoros (entropia de Rényi) nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

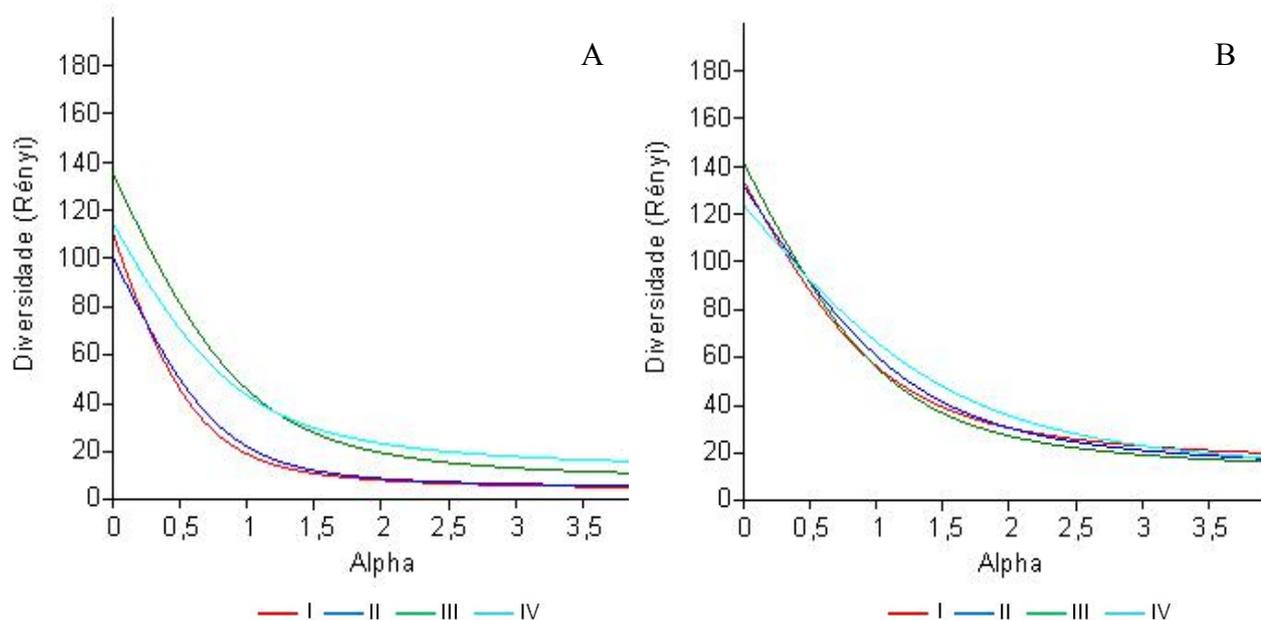


Figura 2.12 Diversidade de herbívoros (entropia de Rényi) nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

A diversidade de predadores e de parasitoides foi semelhante entre os sistemas de produção de hortaliças e agrofloresta (Fig. 2.13). No entanto, quando comparada à diversidade nas propriedades com produção de hortaliças, apenas a propriedade III, diversificada na vegetação e com menor perturbação, obteve maiores valores (Fig. 2.14A). Já na agrofloresta, maior diversidade foi observada nas propriedades II e III, enquanto a propriedade I apresentou menor diversidade (Fig. 2.14B).

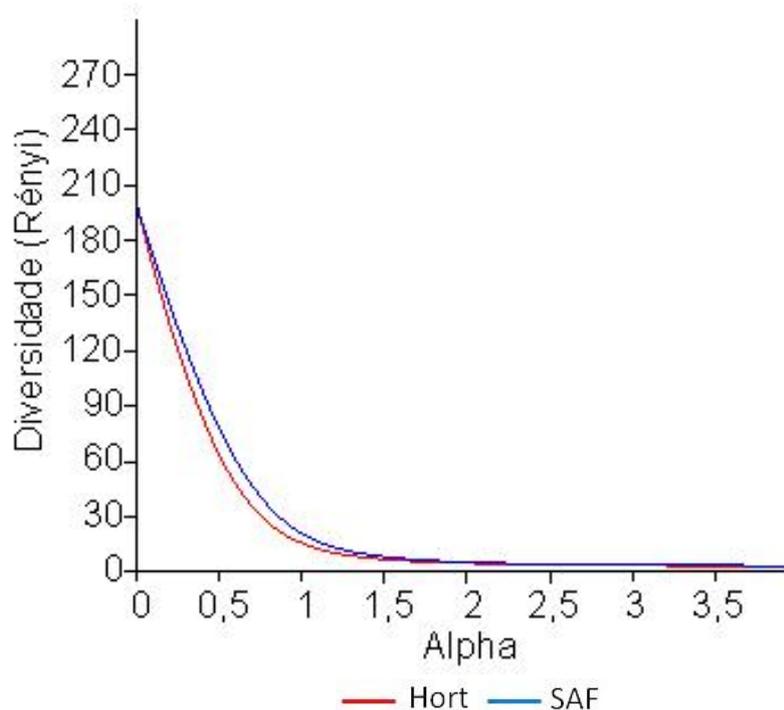


Figura 2.13 Diversidade de predadores e parasitoides (entropia de Rényi), nos sistemas de produção de hortaliças (Hort) e de agrofloresta (SAF), no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal.

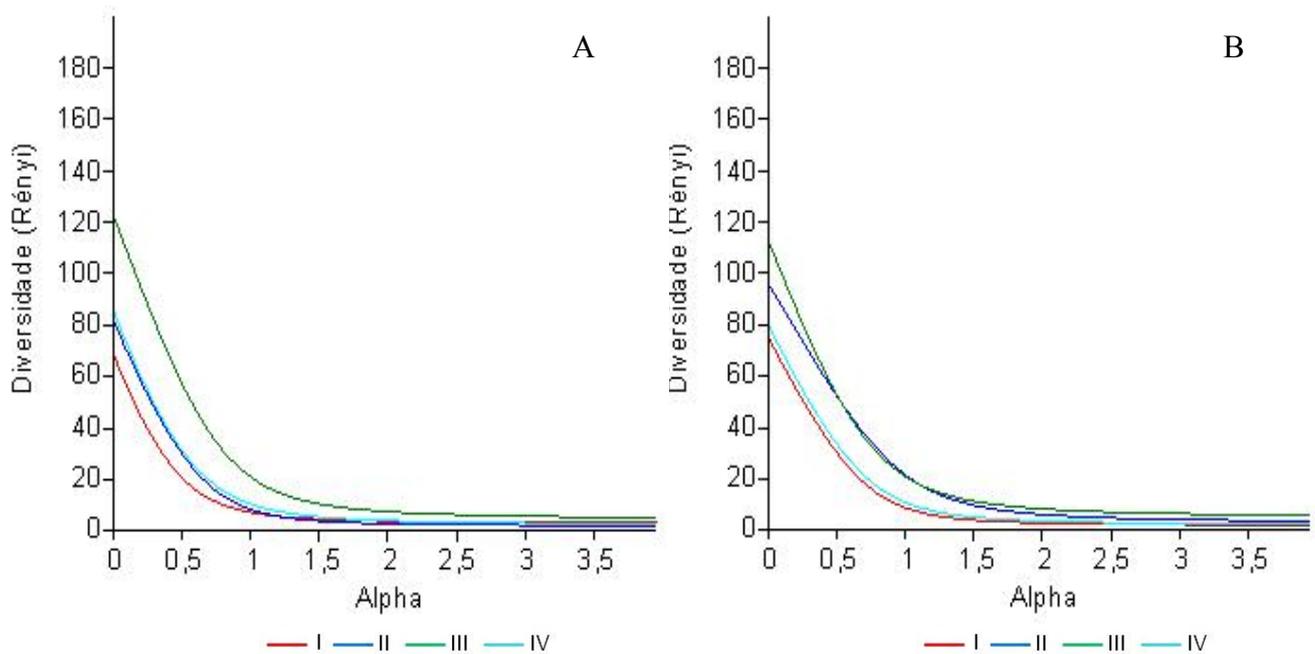


Figura 2.14 Diversidade de predadores e parasitoides (entropia de Rényi), nas propriedades rurais, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A) Propriedades rurais com produção de hortaliças (Hort); B) propriedades rurais com agrofloresta (SAF) (Propriedade I em estágio inicial, II: intermediário (a), III: intermediário (b) e IV: avançado).

Discussão

O sistema de produção agroflorestal apresentou menor abundância de herbívoros em relação ao de hortaliças. Nesse sistema são observadas diferentes características estruturais da vegetação (e.g. tamanho, diversificação, fenologia, ciclos reprodutivos) e, dessa forma, há também maior liberação de voláteis químicos, dificultando o encontro do herbívoro e a planta hospedeira (Feeny, 1976, Dicke, 2009, Randlkofer et al., 2010). Já a maior abundância de herbívoros observada apenas na propriedade I pode ter sido favorecida pela disponibilidade de alimento e maior facilidade do encontro com a planta hospedeira na paisagem agrícola. Isso se deve, principalmente, às práticas de cultivos em monocultivo e à maior perturbação (convencional), possibilitando a ocorrência de surtos populacionais e a dominância de espécies (Pimentel, 1961; Root, 1973).

Maior abundância de inimigos naturais foi observada no período correspondente ao

final da estação chuvosa e início da estação seca. Contudo os valores de abundância variaram entre as propriedades. Então, dependendo das técnicas de manejo empregadas, é possível controlar densidades de insetos-pragas diretamente pelo aumento da diversificação da vegetação e práticas de manejo sustentável (Risch et al., 1983; Poveda et al., 2008; Mazzi & Dorn, 2012) ou por meio da ação de seus inimigos naturais (Landis et al., 2000).

Outro fator a ser considerado é a disponibilidade de presas para inimigos naturais. Assim, maior abundância de inimigos naturais encontrada no sistema com produção de hortaliças, principalmente da propriedade I, com produção em monocultivo convencional, pode ser uma resposta reprodutiva de alguns insetos predadores à quantidade disponível de presa principal. As diferenças nas condições microclimáticas locais pelos diferentes esquemas ou arranjos de sistemas de produção também podem afetar indiretamente os grupos funcionais na abundância (Amaral et al., 2010).

Maiores riqueza e diversidade dos grupos funcionais de insetos foram observadas com o aumento da diversificação e a complexidade estrutural de plantas na paisagem agrícola, bem como um maior equilíbrio dos valores entre as áreas de agrofloresta. No entanto, apesar de as áreas de hortaliças serem menos diversas em plantas e com maior frequência de perturbação antrópica, algumas propriedades mostraram-se capazes de abrigar comunidades de insetos herbívoros e predadores igualmente ricos e diversos em espécies, quando comparadas individualmente às áreas de agrofloresta. Neste caso, os aspectos ligados às características ou “identidade” da espécie vegetal cultivada devem também ser levados em consideração em estudos futuros (Bourassa et al., 2008).

As propriedades mais diversificadas e com menor intensidade e frequência de distúrbios apresentaram grupos funcionais mais ricos e diversos, o que explica a semelhança de diversidade dos grupos funcionais entre as propriedades III e IV e entre

as áreas de agrofloresta, principalmente entre os grupos de herbívoros. Muitas dessas técnicas de diversificação da vegetação (e.g. policultivos, faixas de agrofloresta, barreiras vegetais com espécies florísticas) já vêm sendo empregadas em agroecossistemas como estratégias para a redução do ataque de insetos herbívoros e aumento dos inimigos naturais (Landis et al., 2000; Poveda et al., 2008; Letourneau et al., 2011). Dessa forma, confere aos agroecossistemas maior estabilidade dos grupos funcionais frente às perturbações decorrentes das práticas agrícolas (Goodman, 1975; Venzon & Sujii, 2009).

Alguns estudos apontam a importância da diversificação da vegetação na estabilidade das comunidades tróficas (Rey Benayas et al., 2009). De acordo com Haddad (2011), o aumento do número de plantas possibilita também uma maior estabilidade da riqueza e abundância em ambos os grupos de herbívoros e de predadores ao longo do tempo. Isso se deve, principalmente, aos efeitos da produtividade primária e estabilidade da comunidade vegetal. Maior diversidade de plantas oferece maior complexidade do hábitat e constância do recurso alimentar (Goodman, 1975; Haddad, 2011). Assim, o conhecimento de como cada grupo funcional responde às constantes perturbações da vegetação pelas práticas de manejo pode ser útil na redução de custos da produção agrícola, devido à menor dependência por insumos externos.

Conclui-se que os herbívoros foram afetados negativamente com as práticas de manejo, aumentando sua abundância com a simplificação do sistema - cultivo com monocultura. Maior riqueza e/ou diversidade dos grupos funcionais foi observada em função do aumento da diversificação e da arquitetura da vegetação, bem como pela reduzida intensidade e frequência de distúrbio da área. Adicionalmente, maior equilíbrio da abundância, riqueza e diversidade dos grupos funcionais foi observado nas áreas de agrofloresta. A compreensão de como os grupos funcionais se estruturam nestes

ambientes constantemente perturbados pode gerar estratégias de manejo mais sustentáveis, pela combinação da vegetação local e dos inimigos naturais presentes, minimizando os impactos das práticas agrícolas.

Considerações Finais

As comunidades de insetos, assim como os grupos funcionais de herbívoros e predadores/parasitoides, foram afetadas pelas práticas de manejo das propriedades em diferentes estágios da transição agroecológica. Observou-se aumento significativo da abundância de insetos e de herbívoros com a redução de espécies vegetais cultivadas nas áreas de produção de hortaliças em relação às agrofloresta das propriedades. Em contrapartida, um maior valor de riqueza e diversidade foi observado com o aumento da diversificação e da complexidade estrutural do sistema cultivado em agrofloresta.

A riqueza não mostrou aumento linear com o aumento da diversificação das plantas cultivadas das propriedades nas quais as práticas de manejo relacionadas à intensidade de perturbação e exploração da área demonstraram ser um fator tão importante quanto a diversificação de espécies cultivadas para o estabelecimento e a estruturação das comunidades em tais sistemas.

As agroflorestas, com vegetação mais constante no tempo e menor intensidade das práticas culturais, demonstraram ser um bom sistema de produção quando se pretende conservar comunidades de insetos mais diversas e menos sujeitas a variações bruscas na abundância ou na composição relativa ao longo do tempo.

Outro fator importante identificado para a estruturação das comunidades de insetos em agroecossistemas foi a característica da planta cultivada. Algumas espécies, aparentemente, são mais atrativas e abrigam uma comunidade mais rica em espécies de insetos, como foi o caso da espécie *Zea mays* (milho), quando comparada a diversidade de insetos nas outras áreas de hortaliças, mesmo em policultivos. Dessa forma, o conhecimento da fauna de insetos associados a uma determinada espécie de planta e de suas características deve servir como fator de seleção para a composição de arranjos de espécies cultivadas em sistemas de policultivo, visando ao aumento de inimigos naturais

para a supressão de herbívoros, favorecendo o controle biológico natural de insetos-praga.

O entendimento de como os organismos são afetados pelas práticas agrícolas pode orientar o agricultor na tomada de decisão, no intuito de adotar medidas que favoreçam o estabelecimento de comunidades de insetos diversos e estáveis no tempo. Práticas como o policultivo, a inclusão de faixas agroflorestais e a manutenção de espécies florísticas no entorno dos plantios demonstraram ser aplicáveis quando se pretende maximizar os serviços ecossistêmicos, indispensáveis à funcionalidade e à manutenção de sistemas agrícolas. Outras práticas, como o uso de produtos para o controle de pragas e o manejo de plantas espontâneas, além da frequência de preparo de solo e rotação das culturas, devem ser cuidadosamente planejadas devido ao impacto que produzem sobre toda a comunidade de insetos.

Os dados apresentados indicam um padrão emergente com comunidades mais diversas e menos abundantes em insetos nas propriedades rurais mais diversificadas na vegetação, mesmo em âmbito local em sistemas de agrofloresta. Apesar de esses ambientes sofrerem constantes perturbações devido às práticas de manejo, verificou-se uma fauna rica e diversa em insetos, o que pode favorecer o agricultor na redução de custos para o manejo de pragas, principalmente no controle biológico natural de insetos fitófagos e redução de dependência por insumos e externos. A utilização de faixas de agrofloresta entre as áreas cultivadas pode ser uma medida útil quando se pretende conservar os inimigos naturais e favorecer a funcionalidade do sistema agrícola a longo prazo.

Referências Bibliográficas

- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19: 716-723.
- 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.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. 2009. *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Barcelona: Icaria editorial, 248p.
- Amaral, D.S., Venzon, M., Pallini, A., Lima, P.C. & DeSouza, O. 2010. A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)? *Neotropical Entomology* 39: 543-548.
- Antonini, Y., Souza, H.G., Jacobi, C.M. & Mury, F.B. 2005. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology* 34: 555-563.
- Atkins, M.D. 1978. *Insects in perspective*. New York: Macmillan Publishing, 513p.
- Basset, Y., Novotny, V., Miller, S.E. & Springates, N.D. 1998. Assessing the impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. *Journal Applied Ecology* 35: 461-466.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 752p.
- Bengtsson, J. 2010. Applied (meta) community ecology: diversity and ecosystem services at the intersection of local and regional processes. In: Verhoef, H.A. &

- Morin, P.J. Community ecology: processes, models, and applications. New York: Oxford University Press, p.115-130.
- 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.
- 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.
- Bishopp, F.F. & Laake, E.W. 1919. The dispersion of flies by flight. *Journal of Economic Entomology* 12: 210-211.
- Bourassa, S., Cárcamo, H.A., Larney, F.J. & Spence, J.R. 2008. Carabid assemblages (Coleoptera: Carabidae) in a rotation of three different crops in Southern Alberta, Canada: a comparison of sustainable and conventional farming. *Environmental Entomology* 37: 1214-1223.
- 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.
- Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E. & Zumbado, M.A. 2010. *Manual of Central American Diptera*. Vol.2. Canada: NRC Research Press, 728p.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R., 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information- theoretical approach*. 2 ed. New York: Springer-Verlag.
- Cassman, K.G. & Wood, S. 2005. Cultivated systems. In: *Ecosystem and human well-being: Current state and trends*. Washington: Island Press, p.745-787.
- Cavalcanti, G.S. 1973. *Principais culturas*. 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 406p.

- Chao, A., Chazdon, R.L., Colwell, R.K. & Shen, T.J., 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8: 148-159.
- 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., Michelle C.M. & Díaz, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Chapman D.S., Dytham C. & Oxford G.S. 2007. Modelling population redistribution in a leaf beetle: an evaluation of alternative dispersal functions. *Journal of Animal Ecology* 76: 36-44.
- Charlet, L.D. & Oseto, C.Y. 1983. Toxicity of insecticides on a stem weevil, *Cylindrocopturus adspersus* (Coleoptera: Curculionidae), and its parasitoids in sunflower. *Environmental Entomology* 12: 959-960.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Colwell, R. K., Mao, C. X. & Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717-2727.
- Connway, G.R. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems* 24: 95-117.
- Dalgaard, T., Hutchings, N.J. & Porter, J.R. 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100: 39-51.
- Díaz, S., Tilman, D. & Fargione, J. 2005. Biodiversity regulation of ecosystem services. In: *Ecosystem and human well-being: Current state and trends*. Washington: Island Press, p.297-329.
- Dicke, M. 2009. Behavioural and community ecology of plants that cry for help. *Plant, Cell and Environment* 32: 654–665.

- Esri. 2009. ArcGIS 9.3.1 - Geographical Information System. Environment System Research Institute Inc, Readlands CA.
- Feeny, P. 1976. Plant apparency and chemical defense. *Recent Advances in Phytochemistry* 10: 1-40.
- Feeny, P. 1977. Defensive ecology of the Crucifera. *Annals of Missouri Botanical Garden* 64: 221-234.
- Ferreira, F.C. & Petrere-Jr., M. 2008. Comments about some species abundance patterns: classic, neutral, and niche partitioning models. *Brazilian Journal of Biology* 68: 1003-1012.
- 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.
- Finch, S. & Collier, R.H. 2000. Host-plant selection by insects – a theory based on ‘appropriate/inappropriate landings’ by pest insects of cruciferous plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96: 91–102.
- Fisher, R.A., Corbert, A.S. & Williams, C.B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of animal population. *Journal Animal Ecology* 12: 42-58.
- Gallo, G., Nakano, O., Neto, S.S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Filho, E.B., 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.
- Gauld, I. & Bolton, B. 1996. *The Hymenoptera*. New York: Oxford University Press, 332p.

- Gliessman, S.R. 2005. *Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável*. 3 ed. Porto Alegre: UFRGS, 653p.
- Goodman, D. 1975. *The theory of diversity-stability relationships in ecology*. *The Quarterly Review of Biology* 50: 237-266.
- Goulet, H. & Huber, J.T. 1993. *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. Canada: Agriculture Canada, 668p.
- Grimaldi, D. & Engel, M.S. 2005. *Evolution of the insects*. New York: Cambridge University Press, 755p.
- Haddad, N.M., Crutsinger, G.M., Gross, K., Haarstad, J. & Tilman, D. 2011. Plant diversity and the stability of foodwebs. *Ecology Letters* 14: 42-46.
- Harmon, J.P., Hladilek, E.E., Hinton, J.L., Stodola, T.J. & Andow, D.A. 2003. Herbivore response to vegetational diversity: spatial interaction of resources and natural enemies. *Population Ecology* 45: 75-81.
- Harper, D.A.T. (ed.). 1999. *Numerical Palaeobiology*. New York: John Wiley & Sons, 468p.
- 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, E.S., Togni, P.H.B., Milane, P.V.G.N., Cavalcante, K.R., Medeiros, M.A., Pires, C.S.S. & Sujii, E.R. 2012. Seasonal fluctuation in the population of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) and co-occurrence with other coccinellids in the Federal District of Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 52: 133-139.
- Hendrickx, F., Maelfait, J.P, Wingerden, W.V., Schweiger, O., Speelmans, M., Aviron, S., Augenstein, I., Billeter, R., Bailey, D., Bukacek, R., Burel, F., Diekötter, T.,

- Dirksen, J., Herzog, F., Liira, J., Roubalova, M., Vandomme, V. & Bugter, R. 2007. How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 44: 340–351.
- Henz, G.P. & Alcântara, F.A. (Eds). 2009. *Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 237p.
- Hill, J.K., Hamer, K.C. Lace, L.A. & Banham, W.M.T. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 32: 754-760.
- 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.
- Hillebrand, H., Bennett, D.M. & Cadotte, M.W. 2008. Consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. *Ecology* 89: 1510-1520.
- Horn, H.S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Naturalist* 100: 419-424.
- Hunter, M.D. & Price, P.W. 1992. Playing chutes and ladders: heterogeneity and relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology* 73: 724-732.
- Hunter, M.D. 2002. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. *Agricultural and Forest Entomology* 4: 159-166.
- Hutton, S.A. & Giller, P.S. 2003. The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology* 40: 994-1007.

- IPD-Instituto de Promoção do Desenvolvimento. 2010. Perfil do mercado orgânico brasileiro como processo de inclusão social. *IPD orgânicos*, 54p.
- Júnior, T.J.P., Morandi, M.A.B., Zambolim, L. & Silva, M.B. 2006. Controle alternativo de doenças de plantas – Histórico, p.135-162. In: Venzon, M., Júnior, T.J.P. & Pallini, A (Coord.). *Controle alternativo de pragas e doenças*. Viçosa: EPAMIG, 306p.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2: 203-217.
- 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.
- Lawton, J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 28: 23-39.
- Letourneau, D. K., Jedlicka, J.A., Bothwell, S.G. & Moreno, C.R. 2009. Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 573-592.
- 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.
- Lewinsohn, T.M., Novotny, V. & Basset, Y. 2005. Insects on plants: diversity of herbivore assemblages revisited. *Annual Review Ecology Systematics* 36: 597-620.
- Lorenzi, H. 1984. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*. São Paulo: Harri Lorenzi, 237p.
- Magdoff, F. 2007. *Ecological agriculture: principles, practices and constraints*.

- Renewable Agriculture and Food Systems* 22: 109-117.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Science Ltd., 256p.
- Martins, C.B.C., Almeida, L.M., Zonta-de-Carvalho, R., Castro, C.F. & Pereira, R.A. 2009. *Harmonia axyridis*: a threat to Brazilian Coccinellidae? *Revista Brasileira de Entomologia* 53: 663-671.
- Mazzi, D. & Dorn, B. 2012. Movement of insect pests in agricultural landscapes. *Annals of Applied Biology* 160: 97-113.
- McGill, B.J., Etienne, R.S., Gray, J.S., Alonso, D., Anderson, M.J., Benecha, H.K., Dornelas, M., Enquist, B.J., Green, J.L., He, F., Hurlbert, A.H., Magurran, A.E., Marquet, P.A., Maurer, B.A., Ostlinga, A., Soykan, C.U., Ugland, K.I. & White, E.P. 2007. Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework. *Ecology Letters* 10: 995-1015.
- Medeiros, M.A., Ribeiro, P.A.B., Morais, H.C.C, Castelo-Branco, M.A., Sujii, E.R. & Salgado-Laboriau, M.L.D. 2010. Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera:Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. *Brazilian Journal of Biology* 70: 631-637.
- Montoura, I. 1932. On the statistical treatment of communities. *Zoological Magazine* 44: 379-383.
- Moreira, H.J.C. & Bragança, H.B.N. 2010a. *Manual de identificação de plantas infestantes: cultivos de verão*. São Paulo: FMC Agricultural Products, 642p.
- Moreira, H.J.C. & Bragança, H.B.N. 2010b. *Manual de identificação de plantas infestantes: arroz*. São Paulo: FMC Agricultural Products, 854p.
- Nicholls, C.I., Altieri, M.A. & Sandez, E.J. 1999. *Manual practico de control biologico*

- para una agricultura sustentable*. Berkeley: University of California, 69 p.
- Novotný, V. & Basset, Y. 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *Oikos* 89: 564-572.
- Pimentel, 1961. Species diversity and insect population outbreaks. *Annals of the Entomological Society of America* 54: 76-86.
- Poveda, K., Gomez, M.I. & Martinez, E. 2008. Diversification practices their effect on pest regulation and production. *Revista colombiana de entomologia* 34: 131-144.
- Power, M.E. 1992. Top-down and bottom-up forces in food webs: do plants have primacy? *Ecology* 73: 733-746.
- Preston, F.W. 1948. The commonness, and rarity, of species. *Ecology* 29: 254-283.
- Primack, R.B. & Rodrigues, R. 2001. *Biologia da conservação*. Londrina: E. Rodrigues, 328p.
- Randlkofer, B., Obermaier, E., Hilker, M. & Meiners, T. 2010. Vegetation complexity - The influence of plant species diversity and plant structures on plant chemical complexity and arthropods. *Basic and Applied Ecology* 11: 383-395.
- Reis, L.L., Oliveira, L.J. & Cruz, I. 1988. Biologia e potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 23: 333-342.
- Rey Benayas, J.M., Newton, A.C., Diaz, A. & Bullock, J.M. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science* 325: 1121-1124.
- Ricotta, C. & Avena, G.C. 2002. On the information-theoretical meaning of Hill's parametric evenness. *Acta Biotheoretica* 50: 63-71.
- Ricotta, C., Pacini, A. & Avena, G. 2002. Parametric scaling from species to growth-form diversity: an interesting analogy with multifractal functions. *BioSystems* 65: 179-186.

- Ricotta, C. 2003. On parametric evenness measures. *Journal of Theoretical Biology* 222: 189-197.
- Risch, S.J., Andow, D. & Altieri, M.A. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology* 12: 625-629.
- Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological monographs* 43: 92-124.
- Schoener, T.W. 1974. Partitioning in ecological communities. *Science* 185: 27-39.
- Sheperd, M. Carner, G.R. & Turnipseed, S.G. 1977. Colonization and resurgence of insects pest of soybeans in response to insecticides and field isolation. *Environmental Entomology* 6: 501-506.
- Stancheva, J., Becheva, S., Petkova, K. & Piralkov, V. 2007. Possibilities for agroforestry development in Bulgaria: outlooks and limitations. *Ecological engineering* 29: 382-387.
- Strong, D.R., Lawton, J.H. & Southwood, S.R. 1984. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. Cambridge: Harvard University Press, 313p.
- 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.
- Sunderland, K. & Samu, F. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia experimentalis et Applicata* 95: 1-13.

- Teodoro, A., Klein, A.M., Reis, P.R. & Tschardtke, T. 2009. Agroforestry management affects coffee pests contingent on season and developmental stage. *Agricultural and Forest Entomology* 11: 295-300.
- Thies, C., Steffan-Dewenter, I. & Tschardtke, T. 2003. Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. *Oikos* 101: 18-25.
- Tilman, D., May, R.M., Lehman, C.L. & Nowak, M.A. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371: 65-66.
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T. & Lehman, C. 2001. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 294: 843-845.
- 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. 2010a. Conservação de inimigos naturais (Insecta) em tomateiro orgânico. *Arquivos do Instituto Biológico* 77: 669-676.
- Togni, P.H.B., Laumann, R.A., Medeiros, M.A. & Sujii, E.R. 2010b. Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* biotype B. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 136: 164-173.
- Tóthmérész, B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of Vegetation Science* 6: 283-290.
- Triplehorn, C.A & Johnson, N.F. 2005. *Borror and DeLong's: Introduction to the Study of Insects*. 7 ed. United States: Thomson Brooks/Cole, 864p.
- Venzon, M. & Sujii, E.R. 2009. Controle biológico conservativo. *Informe Agropecuário* 30: 7-16.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. & Melillo, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277: 494-499.
- White, E.P., Ernest, S.K.M., Adler, P.B., Hurlbert, A.H. & Lyons, S.K. 2010. Integrating spatial and temporal approaches to understanding species richness. *Philosophical*

Transactions Royal Society B 365: 3633-3643.

Wilsey, B.J. & Potvin, C. 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: importance of species evenness in an old field. *Ecology* 81: 887-892.

Winfree, R., Gross, B.J. & Kremen, C. 2011. Valuing pollination services to agriculture. *Ecological economics* 71: 80-88.

Zandstra, B.H. & Motooka, P.S. 1978. Beneficial effects of weeds in pest management: a review. *PANS* 24: 333-338.

ANEXOS

Tabela I. Riqueza de espécies vegetais cultivadas de hortaliças e da agrofloresta nos agroecossistemas no período de fevereiro/2009 a janeiro/ 2010. A letra x indica a presença da planta na propriedade.

Taxon	Propriedade			
	I	II	III	IV
Alliaceae				
<i>Allium porrum</i> L. (alho-poró)			X	X
<i>Allium schoenoprasum</i> L. (cebolinha)			X	X
Asteraceae				
<i>Baccharis</i> sp. L. (carqueja)			X	
<i>Chicorium endivia</i> L. (chicória)				X
<i>Cichorium intybus</i> L. (almeirão)				X
<i>Lactuca</i> L. spp. (alface)			X	X
<i>Thitonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray (flor-do-mel)			X	X
Amarantaceae				
<i>Beta vulgaris</i> L. (beterraba)				X
Brassicaceae				
<i>Brassica rapa</i> L. (nabo)				X
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> (couve)			X	X
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i> (couve-flor)				X
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> (repolho)				X
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> (brócolis)				X
<i>Eruca sativa</i> Mill. (rúcula)			X	X
<i>Raphanus sativus</i> (rabanete)				X
Apiaceae				
<i>Coriandrum sativum</i> L. (coentro)			X	X
<i>Daucus carota</i> L. (cenoura)				X
Curcubitaceae				
<i>Cucurbita pepo</i> L. (abóbora-verde)		X	X	X
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz. (chuchu)		X	X	
Poaceae				
<i>Cymbopogon</i> Spreng. (capim-santo, citronela)			X	
<i>Zea mays</i> L. (milho-verde)	X		X	X
Rosaceae				
<i>Fragaria</i> L. sp. (morango)		X		
Solanaceae				
<i>Solanum</i> L. spp. (tomate)				X
<i>Solanum</i> L. <i>gilo</i> (jiló)		X		X
Lamiaceae				
<i>Melissa officinalis</i> L. (erva-cidreira)			X	
<i>Ocimum</i> L. sp. (manjeriço)			X	
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (alecrim)			X	
Euphorbiaceae				
<i>Ricinus communis</i> L. (mamona)			X	

Rutaceae				
<i>Ruta graveolens</i> L. (arruda)			X	
Número de espécies predominantes	1	4	17	20
Espécies da agrofloresta	I	II	III	IV
<i>Ananas comosus</i> (abacaxi)	X	X	X	X
<i>Bactris gasipaes</i> (pupunha)	X	X		X
<i>Cajanus cajan</i> (feijão-guandu)	X	X	X	X
<i>Canavalia ensiformes</i> (feijão-de-porco)	X	X	X	X
<i>Carica papaya</i> (mamão)	X	X	X	X
<i>Coffea arabica/conilon</i> (café)	X	X	X	X
<i>Crotalaria breviflora</i> (crotalaria)	X	X	X	X
<i>Crotalaria juncea</i> (crotalaria)	X	X	X	X
<i>Crotalaria spectabilis</i> (crotalaria)	X	X	X	X
<i>Dioscorea</i> sp. (inhame)	X	X	X	X
<i>Gossypium</i> sp. (algodão)	X	X		X
<i>Leucaena</i> sp. (leucena)	X	X	X	X
<i>Manihot esculenta</i> (mandioca)	X	X	X	X
<i>Morus alba</i> (amora)	X	X	X	X
<i>Mucuna pruriens</i> (mucuna)	X	X	X	X
<i>Musa speciosa</i> (banana)	X	X	X	X
<i>Passiflora edulis</i> (maracujá)		X	X	X
<i>Piptadenia</i> sp. (angico)				X
<i>Punica granatum</i> (romã)			X	
<i>Ricinus communis</i> (mamona)		X	X	X
<i>Saccharum</i> sp. (cana-de-açúcar)		X		X
<i>Sechium edule</i> (chuchu)				X
<i>Sorghum vulgare</i> (sorgo)		X		
<i>Swietenia</i> sp. (mogno)	X	X	X	X
<i>Zea mays</i> (milho)	X	X	X	X
Número de espécies predominantes	18	22	19	23

Tabela II. Plantas associadas aos cultivos nos agroecossistemas, no período de fevereiro/2009 a janeiro/2010, no Distrito Federal. A letra x indica a presença da planta na propriedade.

Táxon	Nome comum	Propriedade rural			
		I	II	III	IV
Amaranthaceae					
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Caruru-de-espinhos	X	X		X
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Caruru-rasteiro	X		X	X
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Caruru-roxo				X
Asteraceae					
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Carrapicho		X		X
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentruço	X		X	
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto	X	X	X	X
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Picão-branco	X		X	X
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Falsa-serralha	X	X	X	X
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha	X	X	X	X
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray	Flor-do-mel, margaridão		X	X	X
Brassicaceae					
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Mentruço		X		
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabiça				X
Commelinaceae:					
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Capoeraba		X		
Euphorbiaceae					
<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona		X	X	X
Lamiaceae					
<i>Melissa officinalis</i> L.	Erva-cidreira			X	
<i>Ocimum</i> sp. L.	Manjerição			X	
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Alecrim			X	
Malvaceae					
<i>Malva</i> L.	Malva		X		
Poaceae					
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link.) Hitchc.	Capim-marmelada		X		X
<i>Cymbopogon</i> Spreng.	Capim-santo, capim-limão			X	X
<i>Eleusine indica</i> (L) Gaertn.	Capim-galinha	X	X	X	X
<i>Pennisetum purpureum</i> Shumach	Capim-elefante	X	X	X	X
Rhamnaceae					
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juá		X		
Rutaceae					
<i>Ruta graveolens</i> L.	Arruda			X	
Solanaceae					
<i>Solanum nigrum</i> L.	Erva-moura		X		

Tabela III. Riqueza (*S*) e abundância absoluta dos táxons por propriedade, coletados durante o período de fevereiro/2009 a janeiro/2010

Táxon	<i>S</i>	Propriedade				Total
		I	II	III	IV	
Blattodea						
Blattellidae	1	0	0	1	0	1
Coleoptera						
Alleculidae	1	0	0	0	1	1
Bruchidae	6	17	12	35	14	78
Buprestidae	1	0	2	0	0	2
Cantharidae	6	3	37	6	17	63
Carabidae	2	1	0	1	0	2
Cerambycidae	2	2	3	2	1	8
Chrysomelidae	84	633	310	591	174	1708
Cleridae	2	0	5	0	3	8
Coccinellidae	18	66	95	66	288	515
Curculionidae	9	1	4	31	80	116
Dasciliidae	5	3	20	10	27	60
Elateridae	4	46	16	19	6	87
Lagriidae	1	100	101	218	91	510
Lamperidae	2	0	2	0	2	4
Lycidae	2	6	2	1	0	9
Melyridae	3	1	4	63	12	80
Mordellidae	2	2	0	0	0	2
Nitidulidae	3	37	5	3	2	47
Ptilodactylidae	2	0	0	0	4	4
Scarabaeidae	7	1	12	13	7	33
Staphilinidae	1	1	0	0	1	2
Dermaptera						
Forficulidae	1	338	24	2	2	366
Diptera						
Asilidae	8	13	15	20	39	87
Bibionidae	1	0	1	0	1	2
Bombyliidae	7	22	11	94	5	132
Calliphoridae	4	186	455	160	128	929
Conopidae	1	0	0	1	0	1
Dolichopodidae	4	806	706	383	797	2692
Drosophilidae	1	4	2	4	0	10
Ephydriidae	1	0	43	0	0	43
Lauxaniidae	5	5	6	16	16	43
Lonchaeidae	1	4	1	3	0	8
Micropezidae	3	21	17	23	13	74
Muscidae	12	16	28	5	16	65
Neriidae	1	1	2	2	0	5
Pipunculidae	1	0	0	1	0	1
Platystomatidae	1	1	0	1	2	4
Sarcophagidae	2	0	0	4	0	4

Sciaridae	1	0	2	4	0	6
Sciomyzidae	2	1	17	2	4	24
Sepsidae	1	1	0	3	1	5
Stratiomyidae	16	22	42	33	49	146
Syrphidae	18	238	143	494	268	1143
Tachinidae	16	10	7	122	7	146
Tephritidae	9	23	11	18	21	73
Terevidae	3	39	6	10	0	55
Tipulidae	3	80	54	32	20	186
Ulidiidae	6	488	178	92	30	788
Hemiptera						
Aetalionidae	1	1	1	11	5	18
Alydidae	1	33	19	13	23	88
Anthocoridae	1	19	0	2	0	21
Berytidae	2	9	9	5	38	61
Cercopidae	6	1	4	19	13	37
Cicadellidae	29	166	69	88	73	396
Coreidae	22	126	63	97	108	394
Dictyopharidae	2	3	2	6	1	12
Flatydae	3	3	0	1	0	4
Fugoridae	2	25	0	2	0	27
Lygaeidae	7	52	181	74	91	398
Membracidae	15	167	103	84	184	538
Miridae	25	111	247	94	152	604
Pentatomidae	24	55	28	34	27	144
Nabidae	1	1	1	0	2	4
Phymatidae	1	0	0	1	1	2
Pyrrhocoridae	4	5	10	6	6	27
Reduviidae	19	28	13	88	9	138
Rophalidae	6	18	14	16	12	60
Scutelleridae	2	8	1	1	3	13
Tingidae	1	1	0	0	0	1
Hymenoptera						
Andrenidae	1	0	0	1	1	2
Apidae	19	183	371	391	151	1096
Bethylidae	2	0	1	0	1	2
Braconidae	32	16	85	39	17	157
Chalcididae	6	0	4	3	2	9
Eulophidae	1	1	0	0	0	1
Evaniidae	4	0	7	20	14	41
Figitidae	2	4	2	3	1	10
Halictidae	8	11	7	27	8	53
Ichneumonidae	29	10	23	28	31	92
Megachilidae	1	1	0	1	0	2
Mutillidae	1	1	0	0	0	1
Pteromalidae	1	1	0	0	0	1
Scoliidae	1	1	3	8	1	13
Sphecidae	7	1	3	11	6	21
Tenthredinidae	3	0	0	2	6	8
Tiphiidae	1	0	0	0	1	1

Trigonalyidae	1	1	0	1	1	3
Vespidae	28	26	52	88	49	215
Lepidoptera						
Arctiidae	5	9	0	15	7	31
Geometridae	1	0	1	1	0	2
Hisperidae	3	0	1	3	0	4
Lycaenidae	2	0	9	10	5	24
Noctuidae	2	0	0	3	0	3
Nymphalidae	6	1	1	32	1	35
Mantodea						
Mantidae	1	2	1	3	1	7
Neuroptera						
Chrysopidae	2	2	1	5	15	23
Hemerobiidae	1	0	1	0	0	1
Odonata						
Coenagrionidae	1	0	1	0	1	2
Libellulidae	2	10	1	3	0	14
Orthoptera						
Acrididae	3	11	21	13	15	60
Gryllidae	2	10	45	32	78	165
Total	646	4373	3807	3974	3310	15464

Tabela IV. Riqueza e abundância absoluta de herbívoros por táxons em sistemas de produção de hortaliças (Hort) e agroflorestal (SAF), coletados durante o período de fevereiro/2009 a janeiro/2010.

Táxon	Espécie/ msp	Propriedade rural (área)							
		Hort_I	Hort_II	Hort_III	Hort_IV	SAF_I	SAF_II	SAF_III	SAF_IV
Coleoptera									
Alleculidae	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Bruchidae	6	3	3	20	1	14	9	15	13
Buprestidae	1	0	0	0	0	0	2	0	0
Cerambycidae	2	0	1	2	1	2	2	0	0
Chrysomelidae	84	462	127	345	108	171	183	246	66
Curculionidae	9	1	1	11	60	0	3	20	20
Dascillidae	5	1	7	8	19	2	13	2	8
Elateridae	4	38	9	9	2	8	7	10	4
Lagriidae	1	56	53	139	77	44	48	79	14
Melyridae	3	0	1	33	9	1	3	30	3
Mordellidae	2	0	0	0	0	2	0	0	0
Diptera									
Tephritidae	9	20	4	5	6	3	7	13	15
Ulidiidae	1	388	10	25	2	18	33	12	15
Hemiptera									
Aetalionidae	1	0	0	5	0	1	1	6	5
Alydidae	1	9	5	3	5	24	14	10	18
Berytidae	2	3	4	0	20	6	5	5	18
Cercopidae	6	1	2	9	7	0	2	10	6
Cicadellidae	29	84	24	45	42	82	45	43	31

Coreidae	22	86	30	52	66	40	33	45	42
Dictyopharidae	2	1	1	1	0	2	1	5	1
Flatydae	3	1	0	0	0	2	0	1	0
Fulgoridae	2	24	0	1	0	1	0	1	0
Lygaeidae	6	11	147	38	73	17	30	29	16
Membracidae	15	65	14	31	91	102	89	53	93
Miridae	23	56	196	48	94	54	48	46	57
Pentatomidae	22	17	8	10	16	34	18	15	11
Pyrrhocoridae	4	0	2	4	0	5	8	2	6
Rophalidae	6	10	0	7	6	8	14	9	6
Scutelleridae	2	5	0	0	2	3	1	1	1
Tingidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Tenthredinidae	3	0	0	2	0	0	0	0	6
Lepidoptera									
Artidae	5	1	0	8	4	8	0	7	3
Geometridae	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Hesperidae	3	0	0	2	0	0	1	1	0
Lycaenidae	2	0	0	9	0	0	9	1	5
Noctuidae	2	0	0	1	0	0	0	2	0
Nymphalidae	6	0	1	4	1	1	0	28	0
Orthoptera									
Acrididae	3	2	5	5	13	9	16	8	2
Gryllidae	2	3	31	8	63	7	14	24	15
Total	302	1349	687	891	788	671	659	779	501

Tabela V. Riqueza e abundância absoluta de predadores e parasitoides táxons em sistemas de produção de hortaliças (Hort) e agroflorestal (SAF), coletados durante o período de fevereiro/2009 a janeiro/2010.

Táxon	Espécie/ msp	Propriedade rural (área)							
		Hort_I	Hort_II	Hort_III	Hort_IV	SAF_I	SAF_II	SAF_III	SAF_IV
Coleoptera									
Cantharidae	6	1	19	3	14	2	18	3	3
Carabidae	2	0	0	0	0	1	0	1	0
Cleridae	2	0	5	0	1	0	0	0	2
Coccinellidae	18	37	67	43	191	29	28	23	97
Lamperidae	2	0	0	0	1	0	2	0	1
Lycidae	2	1	1	1	0	5	1	0	0
Staphilinidae	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Dermaptera									
Forficulidae	1	323	1	0	1	15	23	2	1
Diptera									
Asilidae	8	4	5	8	22	9	10	12	17
Bombyliidae	7	3	2	46	2	19	9	48	3
Conopidae	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	4	467	496	214	445	339	210	169	352
Ephydriidae	1	0	19	0	0	0	24	0	0
Sciomyzidae	2	0	11	1	0	1	6	1	4
Syrphidae	18	165	69	265	158	73	74	229	110
Tachinidae	16	2	2	44	2	8	5	78	5

Therevidae	3	36	3	1	0	3	3	9	0
Hemiptera									
Anthocoridae	1	19	0	0	0	0	0	2	0
Lygaeidae	1	19	4	3	1	5	0	4	1
Miridae	2	1	1	0	0	0	2	0	1
Nabidae	1	0	0	0	1	1	1	0	1
Pentatomidae	2	4	1	2	0	0	1	7	0
Phymatidae	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Reduviidae	19	13	2	21	7	15	11	67	2
Hymenoptera									
Bethylidae	2	0	0	0	1	0	1	0	0
Braconidae	32	6	60	19	10	10	25	20	7
Chalcididae	6	0	1	2	1	0	3	1	1
Eulophidae	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Evaniidae	4	0	3	12	13	0	4	8	1
Figitidae	2	2	1	2	0	2	1	1	1
Halictidae	8	7	4	14	4	4	3	13	4
Ichneumonidae	29	2	9	16	26	8	14	12	5
Mutillidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Pteromalidae	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Scoliidae	1	1	0	7	1	0	3	1	0
Sphecidae	7	0	1	5	1	1	2	6	5
Tiphiidae	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Trigonalyidae	1	0	0	0	0	1	0	1	1

Vespidae	28	17	32	54	21	9	20	34	28
Mantodea									
Mantidae	1	1	0	2	0	1	1	1	1
Neuroptera									
Chrysopidae	2	2	1	0	2	0	0	5	13
Hemerobiidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Odonota									
Coenagrionidae	1	0	0	0	1	0	1	0	0
Libellulidae	2	0	0	3	0	10	1	0	0
Total	252	1134	820	790	929	574	508	758	668
