

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**HIMENÓPTEROS PARASITOIDES ASSOCIADOS  
A CULTIVOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL  
DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM  
SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Cecília Dorfey**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

**HIMENÓPTEROS PARASITOIDES ASSOCIADOS  
A CULTIVOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL  
DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM  
SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL**

**Cecília Dorfey**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Sônia Thereza Bastos Dequech**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

D695h Dorfey, Cecília  
“Himenópteros parasitoides associados a cultivos orgânico e convencional de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil / por Cecília Dorfey. – 2011.  
126 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Sônia Thereza Bastos Dequech  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2011

1. Agronomia 2. Fumo 3. Diversidade 4. Inimigos naturais 5. Cultivo Convencional 6. Cultivo orgânico I. Dequech, Sônia Thereza Bastos II. Título.

CDU 633.71

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109  
Biblioteca Central UFSM

---

© 2011

Todos os direitos autorais reservados a Cecília Dorfey. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.  
Endereço: Rua do Moinho, 394, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. 96825-442  
Fone (051) 37132345 ou (051) 96660586 – E-mail: [cecilia.dorfey@gmail.com](mailto:cecilia.dorfey@gmail.com)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado**

**HIMENÓPTEROS PARASITOIDES ASSOCIADOS A CULTIVOS  
ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE TABACO  
(*Nicotiana tabacum* L.) EM SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL**

elaborada por  
**Cecília Dorfey**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Sônia Thereza Bastos Dequech, Dr<sup>a</sup>**  
(Presidente/Orientadora)

**Andreas Köhler, Dr** (Unisc)

**Celson Roberto Canto Silva, Dr** (IFRS)

Santa Maria, 28 de fevereiro de 2011.

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Décio e Magdalene, e à colega e amiga Karine pelo apoio e auxílio,  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, “*O Senhor é meu Pastor, nada me faltará*”.

Quisera eu ser capaz de agradecer o suficiente a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação de mestrado. À minha família, professores, amigos e colegas que me apoiaram, acreditaram em mim e no meu trabalho e agora vibram com a finalização de mais uma etapa de minha vida, meu sincero *muito obrigada!*

Ao Dr. Andreas Köhler, à Dra. Sônia Thereza Bastos Dequech, à Karine Schoeninger e à Cátia Anton Altintas por todo apoio e suporte, por estarem presentes e participantes no desenvolvimento deste trabalho. De coração, muito, muito obrigada!

À banca examinadora, Dr. Celson Roberto Canto Silva, Dr. Andreas Köhler e à Dra. Elena Blume.

À CAPES, pelo suporte financeiro através da concessão de bolsa de estudos.

À CORESTA, pela *Study Grant*.

À empresa JTI pelo suporte à pesquisa, e ao Rogério da Costa pelo apoio e incentivo.

Whatever I have tried to do in life, I have tried with all my heart to do it well; whatever I have devoted myself to, I have devoted myself completely; in great aims and in small I have always thoroughly been in earnest.

(Charles Dickens)

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **HIMENÓPTEROS PARASITOIDES ASSOCIADOS A CULTIVOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL**

AUTORA: CECÍLIA DORFEY

ORIENTADORA: SÔNIA THEREZA BASTOS DEQUECH

LOCAL E DATA DA DEFESA: SANTA MARIA, 28 DE FEVEREIRO DE 2011

A fauna de himenópteros parasitoides é pouco conhecida no Brasil, apesar de sua grande diversidade e importância biológica, ecológica e econômica, principalmente no manejo integrado de pragas agrícolas. Com relação ao cultivo do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), o conhecimento dos inimigos naturais associados nativamente servirá de base a programas de controle biológico na cultura. Assim, os objetivos deste trabalho foram estudar a diversidade, sazonalidade e distribuição espacial de himenópteros parasitoides associados ao tabaco de acordo com o método de cultivo (convencional e orgânico) e verificar o efeito de bordadura sobre populações de parasitoides. O estudo foi realizado em duas lavouras de tabaco convencionais e uma certificada como orgânica, no município de Santa Cruz do Sul, RS. Foram determinados, nas diferentes lavouras, pontos de coleta “Fora”, “Borda”, “Dentro” e “Meio” nos quais foram instaladas uma armadilha de Malaise e quatro armadilhas tipo *pit-fall*. As coletas foram realizadas, semanalmente, de novembro de 2008 a fevereiro de 2009 e de novembro de 2009 a fevereiro de 2010. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software PAST. Foram coletados 7.913 himenópteros parasitoides em lavouras convencionais de tabaco nas safras 2008/2009 e 2009/2010; e 31.574 himenópteros parasitoides associados a lavoura orgânica de tabaco em ambas as safras de estudo. As famílias Ichneumonidae, Braconidae, Eucilidae e Scelionidae foram as mais abundantes em ambos os tipos de manejo da cultura, além de destaque para Encyrtidae, Mymaridae e Eulophidae. O ponto de amostragem “Fora” foi o mais representativo em ambos os tipos de lavouras, refletindo, de modo geral, a necessidade de manutenção de áreas de vegetação adjacente que difiram da cultura principal para maior aporte de

himenópteros parasitoides associados à cultura do tabaco. Também a aplicação de agroquímico refletiu na diminuição de parasitoides amostrados, destacando a necessidade de estudos sobre seletividade dos produtos atualmente utilizados no controle de pragas em tabaco.

**Palavras-chave:** Diversidade, Inimigos Naturais, Fumo, Cultivo Convencional, Cultivo Orgânico.

## **ABSTRACT GENERAL**

Master of Science Dissertation  
Graduate Program in Agronomy  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil

### **PARASITIC HYMENOPTERA ASSOCIATED WITH ORGANIC AND CONVENTIONAL TOBACCO (*Nicotiana tabacum* L.) IN SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRAZIL**

AUTHOR: CECÍLIA DORFEY

ADVISOR: SÔNIA THEREZA BASTOS DEQUECH

LOCATION AND DATE OF PRESENTATION: SANTA MARIA, 28 FEBRUARY 2011

The fauna of parasitic Hymenoptera is not well known in Brazil, despite its great diversity and biological, ecological and economical importance. In the cultivation of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) there is the need to inventory the species of natural enemies that occur associated and perform the natural biological control of pests. The objectives of this study were to inventory the biodiversity of parasitic Hymenoptera associated with tobacco under conventional and organic management; to examine the seasonal and spatial distribution; and to check the effect of the presence of adjacent vegetation on populations of parasitoids. The study was conducted in two crops of conventional tobacco and one certified as organic in Santa Cruz do Sul, RS, Brazil. Sampling points were determined and located "Outside", at the "Border", "Inside" and in the "Middle" of the tobacco fields, in which were installed a Malaise trap and four pit-fall traps. Samples were weekly collected from November 2008 to February 2009 and from November 2009 to February 2010. Statistical analysis was performed using the software PAST. Were collected 7.913 hymenopterans parasitoids in conventional tobacco crops during the 2008/2009 and 2009/2010 crop, and 31.574 hymenopterans parasitoids associated with organic tobacco in both seasons of study. The families Ichneumonidae, Braconidae, Scelionidae and Eucilidae were the most abundant in both types of crop management, as well as Encyrtidae, Eulophidae and Mymaridae. The sampling point "Outside" was the most representative in both crops, reflecting, in general, the need to maintain areas of adjacent vegetation that differ from the main crop in order to contribute to hymenopterans parasitoids associated with tobacco cultivation. However, application of agrochemicals reflected in the decrease of parasitoids

sampled, underscoring the need for studies on selectivity of products currently used to control pests in tobacco on beneficial insects.

**Key-Words:** Diversity, Natural Enemies, Smoke, Conventional management, Organic management.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> Localização das áreas de estudo em âmbito nacional, estadual e municipal. (1) Lavoura convencional 2008/2009; (2) Lavoura convencional 2009/2010 .....	43
<b>FIGURA 2</b> Croqui da distribuição dos pontos de coleta na linha de amostragem em lavoura convencional. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2008/2009. (F – Fora; B – Borda; D – Dentro; M – Meio) .....	44
<b>FIGURA 3</b> Croqui da distribuição dos pontos de coleta na linha de amostragem em lavoura convencional. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010. (F – Fora; B – Borda; D – Dentro; M – Meio) .....	44
<b>FIGURA 4</b> Armadilha do tipo <i>pit-fall</i> , utilizada nas safras 2008/2009 e 2009/2010 para captura de insetos epígeos associados a tabaco .....	46
<b>FIGURA 5</b> Armadilha do tipo Malaise, utilizada nas safras 2008/2009 e 2009/2010 para captura de insetos em atividade de vôo associados a tabaco ...	46
<b>FIGURA 6</b> Distribuição do total de himenópteros parasitoides coletados em lavouras convencionais de tabaco por ponto de coleta (F: Fora; B: Borda; D: Dentro; M: Meio). Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010 .....	61
<b>FIGURA 7</b> Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco por localização do ponto de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2008/2009 .....	63
<b>FIGURA 8</b> Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco por localização do ponto de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010 .....	63
<b>FIGURA 9</b> Distribuição de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco nas safras 2008/2009 e 2009/2010 por data de coleta. (I) 20.11.2008 e 23.11.2009; (II) 28.11.2008 e 30.11.2009; (III) 05.12.2008 e 07.12.2009; (IV) 14.12.2008 e 14.12.2009; (V) 22.12.2008 e 21.12.2009; (VI) 29.12.2008 e 28.12.2009 .....	67
<b>FIGURA 10</b> Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco na safra 2008/2009 por data de coleta. (I) 20.11.2008; (II) 28.11.2008; (III) 05.12.2008; (IV) 14.12.2008; (V) 22.12.2008; (VI) 29.12.2008 .....	69
<b>FIGURA 11</b> Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas e. lavoura convencional de tabaco na safra 2009/2010 por data de coleta. (I) 23.11.2009; (II) 30.11.2009; (III) 07.12.2009; (IV) 14.12.2009; (V) 21.12.2009; (VI) 28.12.2009 .....	69

<b>FIGURA 12</b> Localização da área de estudo no âmbito nacional, estadual e municipal. (1) lavoura orgânica de tabaco ( <i>N. tabacum</i> ). Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Unisc .....	89
<b>FIGURA 13</b> Croqui da distribuição das linhas de amostragem (L1, L2 e L3) e pontos de coleta Fora (F), Borda (B) e Dentro (D) na lavoura orgânica de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010 .....	90
<b>FIGURA 14</b> Dendogramas da análise de cluster (similaridade de Jaccard) entre a localização dos pontos de amostragem, quanto à fauna de parasitoides associada a tabaco manejado organicamente, em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, nas safras 2008/2009 e 2009/2010 .....	104
<b>FIGURA 15</b> Dendogramas da análise de cluster (similaridade de Jaccard) entre as linhas de amostragem, quanto à fauna de parasitoides associada a tabaco manejado organicamente, em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, nas safras 2008/2009 e 2009/2010 .....	107
<b>FIGURA 16</b> Dendograma da similaridade entre as linhas de amostragem e pontos de coleta, quanto à fauna de parasitoides associadas a tabaco manejado organicamente, em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, nas safras 2008/2009 (08.09) e 2009/2010 (09.10). L: linha, F: Fora, B: Borda, D: Dentro .....	108

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> Total de indivíduos, frequência (FREQ), constância (CONST) e dominância (DOM) de famílias de himenópteros parasitoides associados a cultivo convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10) .....	52
<b>TABELA 2</b> Análise faunística e índices Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade em lavoura convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010 .....	60
<b>TABELA 3</b> Total de indivíduos, frequência (FREQ), constância (CONST) e dominância (DOM) de famílias de himenópteros parasitoides associados a cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10) .....	95
<b>TABELA 4</b> Análise faunística e índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade em lavoura orgânica de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010 .....	102
<b>TABELA 5</b> Índices faunísticos obtidos para as famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura de tabaco orgânica, de acordo com a linha de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 e 2009/2010 .....	105

## LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1** Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavouras convencionais de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) nas safras 2008/2009 e 2009/2010 (novembro e dezembro) de acordo com a localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro, (M) Meio ..... 116
- ANEXO 2** Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavouras convencionais de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) nas safras 2008/2009 e 2009/2010 (20 de novembro a 29 de dezembro de 2008; e 23 de novembro a 28 de dezembro 2009, respectivamente) de acordo com a semana de coleta. (I) 20.11.2008 e 23.11.2009; (II) 28.11.2008 e 30.11.2009; (III) 05.12.2008 e 07.12.2009; (IV) 14.12.2008 e 14.12.2009; (V) 22.12.2008 e 21.12.2009; (VI) 29.12.2008 e 28.12.2009. .... 117
- ANEXO 3** Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2008/2009 (novembro a janeiro) de acordo com a linha de amostragem (L1 a L3) e localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro ..... 119
- ANEXO 4** Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2009/2010 (novembro a janeiro) de acordo com a linha de amostragem (L1 a L3) e localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro ..... 121
- ANEXO 5** Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2008/2009 por data de coleta. (I) 20.11. 2008; (II) 28.11.2008; (III) 05.12.2008; (IV) 14.12.2008; (V) 22.12.2008; (VI) 29.12.2008; (VII) 06.01.2009; (VIII) 13.01.2009; (IX) 21.01.2009; (X) 28.01.2009 ..... 123
- ANEXO 6** Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2009/2010 por data de coleta. (I) 20.11.2009; (II) 27.11.2009; (III) 04.12.2009; (IV) 11.12.2009; (V) 18.12.2009; (VI) 25.12.2009; (VII) 01.01.2009; (VIII) 08.01.2010; (IX) 15.01.2010; (X) 22.01.2010; (XI) 29.01.2010 ..... 125

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>20</b>
<b>2 CAPÍTULO I – HIMENÓPTEROS PARASITOIDES ASSOCIADOS A CULTIVO CONVENCIONAL DE TABACO (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) EM SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL</b> .....	<b>37</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>42</b>
2.2.1 Áreas de estudo .....	42
2.2.2 Metodologia de amostragem .....	45
2.2.3 Época de realização das amostragens .....	47
2.2.4 Triagem e identificação dos insetos .....	47
2.2.5 Análise estatística .....	48
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>51</b>
2.3.1 Análise faunística .....	51
2.3.2 Distribuição espacial de himenópteros parasitoide .....	61
2.3.3 Distribuição temporal de himenópteros parasitoides .....	66
2.3.4 Conservação de inimigos naturais e efeito seletivo de inseticidas .....	70
<b>2.4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>72</b>
<b>2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>72</b>
<b>3 CAPÍTULO II – FAUNA DE HIMENOPTEROS PARASITOIDES E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL EM CULTIVO ORGÂNICO DE TABACO (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) EM SANTA CRUZ DO SUL, RS</b> .....	<b>82</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>82</b>

<b>3.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>88</b>
3.2.1 Área de estudo .....	88
3.2.2 Metodologia de amostragem .....	88
3.2.3 Época de realização das amostragens .....	90
3.2.4 Triagem e identificação dos insetos .....	91
3.2.5 Análise estatística .....	91
<b>3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>95</b>
3.3.1 Frequência de himenópteros parasitoide .....	97
3.3.2 Índices faunísticos e Análise de Cluster .....	101
<b>3.4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>109</b>
<b>3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>116</b>

## INTRODUÇÃO

A perda da biodiversidade em grande escala, associada ao aumento de áreas cultiváveis, tem abastecido os debates sobre a sustentabilidade de práticas atuais de manejo de culturas agrícolas e das pragas associadas. Essas reduções na biodiversidade e os resultantes efeitos em cadeia podem afetar adversamente as funções naturais do ecossistema, com consequências posteriores sobre a produtividade agrícola e a sustentabilidade do meio ambiente.

Os métodos atualmente utilizados no controle de pragas em sistemas agrícolas baseiam-se, majoritariamente, na utilização de agroquímicos, apesar de esforços terem sido delegados a uma proposta ambientalmente correta e economicamente viável.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a expressão cunhada e mundialmente utilizada para definir um conjunto de práticas e técnicas que visam o controle de organismos que causam danos e perdas econômicas na agricultura, utilizando-se do preceito de que a biodiversidade e todas as relações dentro de um ecossistema podem e devem servir para a manutenção do equilíbrio biológico. Nesse sentido, a busca por métodos alternativos no controle de pragas tem recebido maior atenção da comunidade científica nos últimos anos, especialmente no que se refere às comunidades nativas de inimigos naturais e sua eficácia em controle biológico.

O Brasil é o maior exportador de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) e segundo maior produtor mundial dessa cultura. O Estado do Rio Grande do Sul corresponde à maior área plantada de tabaco no Brasil e o município de Santa Cruz do Sul é um dos principais pólos produtivos, e também sede de grandes empresas beneficiadoras.

A crescente demanda mundial por tabaco com comprovado selo de responsabilidade ambiental e social, certificado internacionalmente como *orgânico*, exige a adequação da produção segundo os preceitos e regulamentações da agricultura orgânica, que limitam e/ou excluem a utilização de produtos de origem sintética ao longo da cadeia produtiva.

Nesse sentido, apesar da importância socio-econômica do tabaco para o Rio Grande do Sul e para o Brasil, e o aumento no interesse pelo tabaco certificado

como orgânico, o Manejo Integrado de Pragas ainda é recente nessa cultura. Há pouca produção científica a respeito da biodiversidade associada, bem como estudos sobre interações entre as diferentes espécies de organismos, especialmente inimigos naturais, presentes no cultivo.

Vários insetos da ordem Hymenoptera têm sido relatados como inimigos naturais de artrópodes, especialmente insetos. Os himenópteros parasitoides são componentes importantes na regulação natural de populações de insetos-praga nos mais diversos cultivos agrícolas e, devido a essa capacidade de controle, muitas espécies são utilizadas com sucesso em programas de Controle Biológico e/ou de MIP.

O uso de parasitoides em controle biológico (clássico, aplicado ou por conservação) é amplamente documentado em literatura especializada, mas há carência de levantamentos faunísticos amplos, que determinem as comunidades de inimigos naturais nativos a cultivos agrícolas e que realizam naturalmente o controle de pragas. Com relação ao cultivo do tabaco, não existem trabalhos quantitativos e qualitativos e/ou levantamentos publicados sobre a diversidade de parasitoides. Esse é um fato que impede e/ou retarda o desenvolvimento e adoção de práticas de manejo que favoreçam as comunidades de insetos benéficos, bem como de métodos alternativos no controle das pragas que ocorrem na cultura, com consequente diminuição dos danos ambientais causados pela utilização de produtos químicos.

O desconhecimento da identificação correta das pragas, das épocas de ocorrência, da importância do equilíbrio biológico e dos critérios para a utilização do controle químico resulta no uso desregrado de produtos de origem sintética que, além de onerarem desnecessariamente o agricultor, podem levar a desequilíbrios biológicos. Assim, a procura por agentes de controle biológico potencialmente utilizáveis nas áreas agrícolas é necessária, uma vez que tais indivíduos se mostram adaptados ao ambiente da cultura e realizam o controle natural. Porém, muitas vezes ocorre baixa eficácia de parasitismo devido às práticas de manejo com utilização de produtos químicos não seletivos.

Na situação ambiental e econômica atual do setor fumageiro, são necessárias pesquisas e ações efetivas que reduzam o impacto do cultivo no meio ambiente e, especialmente para o tabaco manejado organicamente, é imprescindível a busca por informações sobre a biodiversidade qualitativa e quantitativa, que consiste no

objetivo básico do presente trabalho. Essas informações essenciais irão permitir decisões concisas em programas de Controle Biológico e de MIP dentro do contexto da cultura.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1. Objetivo Geral

Inventariar as famílias de himenópteros parasitoides associadas ao cultivo de tabaco sob manejo convencional e orgânico de produção.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar a diversidade de famílias de inimigos naturais associadas à cultura do tabaco manejada convencional e orgânicamente;
- estudar a distribuição espacial de himenópteros parasitoides associados a cultivos convencional e orgânico de tabaco;
- avaliar a distribuição sazonal de himenópteros parasitoides em cultivo convencional de tabaco;
- fornecer indicativos quanto à influência do uso de produtos de origem sintética sobre a fauna de parasitoide presentes na lavoura; e
- analisar o possível efeito da presença de vegetação adjacente à lavoura de tabaco sobre as populações de parasitoides.

# 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 A cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.)

Existem muitas espécies de tabaco, todas nativas das Américas. *Nicotiana tabacum* L. é a mais amplamente cultivada, com todas as folhas sendo usadas, principalmente, na produção comercial de cigarros e charutos (KUEPPER e THOMAS, 2008). O Brasil é o segundo maior produtor internacional de tabaco, com 747.680 toneladas em 2008, e o maior exportador, tendo embarcado, nesse ano, 681.480 toneladas, o que representa 91% da produção (VENCATO et al., 2009).

A planta *N. tabacum* é uma solanácea, com altura variando de 0,90 a 1,5 m, dependendo da variedade. As folhas são elípticas ou oblanceoladas; as flores encontram-se agrupadas ao final dos ramos, possuindo um cálice cilíndrico e esverdeado ou avermelhado na parte superior e os frutos têm formas diferentes e apresentam sementes globulares (LANDONI, 1993).

Fatores de qualidade são extremamente importantes para a produção e comercialização do tabaco. Folhas de alta qualidade possuem altos teores de carboidratos e potassa; baixos teores de nitrogênio, fibras, cálcio e cinzas; e coloração uniforme. Fatores que afetam a qualidade da cultura incluem tipo de solo, fertilização, práticas culturais, estação e clima. Atualmente, as regiões produtoras de tabaco têm, tipicamente, precipitação anual de 1000 a 1100 mm; chuvas de verão e umidade adequada são fatores limitantes em regiões produtoras (KUEPPER e THOMAS, 2008). A planta é sensível à temperatura, ao ar, ao tipo de solo e à umidade. Temperaturas de 20 a 30°C são as melhores para um crescimento adequado, sendo que umidade atmosférica de 80 a 85% é necessária (LANDONI, 1993).

Cultivado principalmente nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CORREA et al., 2003), a cultura apresenta grande importância econômica devido ao elevado valor comercial e à capacidade de empregar grande número de pessoas, tanto no cultivo como na industrialização (SPECHT et al., 2006). Envolve em torno de 800 mil pessoas, em 730 municípios do PR, SC e RS,

gerando 35 mil empregos diretos nas empresas e 917.000 na lavoura, além de 1.440.000 indiretos. A produção, na safra 2008/2009, foi de 758.250 toneladas, de acordo com a Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra) e, sendo assim, a cultura movimenta por ano cerca de R\$ 16 bilhões, considerando-se as diversas etapas do processo produtivo e de comercialização (VENCATO et al., 2009).

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de tabaco, com 50,13% do total, vindo a seguir Santa Catarina (32,53%) e depois o Paraná. Possui, também, o maior número de produtores (95.410) e a maior área plantada (184.070 ha ou 49% do total) (VENCATO et al., 2009).

### 1.1.1 Manejo da cultura

A produção de tabaco pode ser dividida em algumas etapas-chave como (1) produção de mudas (semeadura), (2) transplante, (3) crescimento em campo, e (4) colheita; além dos processos de cura e posterior comercialização.

Tradicionalmente, o tabaco é semeado em bandejas e câmeras frias, no chamado sistema float, e transplantado à lavoura quando as plantas atingem, aproximadamente 13 a 18 cm de altura (KUEPPER e THOMAS, 2008). As raízes da planta de tabaco são muito sensíveis às condições de aeração do solo, se desenvolvendo melhor, portanto, em solos com boa drenagem interna (PEARCE et al., 2010).

Ainda segundo Pearce et al. (2010), um bom esquema de rotação de culturas garante a manutenção da produtividade das lavouras. O cultivo contínuo de tabaco pode resultar em perdas de matéria orgânica do solo, enfraquecimento da estrutura do solo e erosão severa, todos levando a um declínio na produtividade ao longo do tempo. A rotação de culturas na produção de tabaco no Brasil inclui o plantio de aveia preta e milho nas entressafras.

Os transplantes são dispostos no campo em linhas que podem variar de 1 a 1,5 m de distância, com espaçamento entre plantas de, aproximadamente, 0,45 a 0,90 m (KUEPPER e THOMAS, 2008). A fertilização suplementar com fertilizantes comerciais é comum em lavouras manejadas convencionalmente, sendo o nitrogênio e o fosfato os dois componentes que requerem baixos teores. O pH do solo deve ser

mantido ligeiramente ácido (5,5 a 6,5) com um nível de cálcio cinco vezes maior que o de magnésio (KUEPPER e THOMAS, 2008).

Quando o tabaco está na metade do seu desenvolvimento, os botões de flores começam a aparecer, sendo removidos para prevenir a formação de sementes, forçando as plantas a focarem na produção de folhas. O resultado são folhas mais largas, espessas e escuras que maturam mais uniformemente e contém mais nicotina. O processo de remoção dos botões de flores pode ser feito à mão ou através do uso de máquinas especiais (KUEPPER e THOMAS, 2008).

### 1.1.2 Pragas da cultura do tabaco

De acordo com Seebold et al. (2010), patógenos e insetos, desde a produção de mudas até a colheita, causam perdas significativas na produção, no rendimento e na qualidade do tabaco. Em relação aos insetos, Guedes e Costa (2006) citam que a cultura do tabaco é atacada por um grupo restrito de pragas, que inclui a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*, Lepidoptera, Noctuidae), a larva-aramé (*Conoderus* spp., Coleoptera, Elateridae), a broca-do-fumo (*Faustinus cubae*, Coleoptera, Curculionidae), a pulga-do-fumo (*Epitrix* spp., Coleoptera, Chrysomelidae) e os pulgões (*Myzus persicae* e *M. nicotianae*, Hemiptera, Aphididae).

A maioria dessas pragas reduz a produtividade diretamente através do uso das folhas para sua alimentação, ou ainda, no caso dos afídeos, causam injúrias como a redução do vigor e do crescimento da planta. Esses insetos são também considerados vetores de vírus e bactérias, causadores de doenças (SEEBOLD et al., 2010). Em lavouras manejadas convencionalmente, faz-se o uso de agroquímicos para o controle de pragas e de patógenos causadores de doenças, enquanto que, em lavouras sob sistema orgânico de produção, o controle é realizado através do uso de biopesticidas de origem animal/vegetal, como óleo de nim e terra de diatomácea.

## 1.2 O papel da biodiversidade em agroecossistemas

O termo biodiversidade refere-se a todas as espécies de plantas, de animais e de microrganismos existentes e interagindo dentro de um ecossistema (McNEELY et al., 1990). Abrange desde a variação dentro de cada espécie até o número e a abundância relativa das diferentes espécies no espaço e no tempo em um sistema definido. Cada vez mais, cientistas de todo o mundo estão começando a reconhecer o papel e o significado da biodiversidade no funcionamento de sistemas agrícolas (ALTIERI, SILVA e NICHOLLS, 2003).

Altieri (1999) cita que, em sistemas agrícolas, a biodiversidade proporciona serviços ecológicos que vão além da produção de alimentos, fibras, energia e renda. Exemplos incluem a reciclagem de nutrientes, o controle do microclima local, a regulação dos processos hídricos locais, a detoxificação de químicos nocivos e a regulação da abundância de organismos indesejáveis.

De modo geral, as consequências da redução da biodiversidade são mais evidentes quando inseridas na esfera do manejo integrado de pragas. Além da simplificação da estrutura do ambiente sobre áreas extensas, a biodiversidade também é afetada através das externalidades associadas ao uso intensivo de agroquímicos e tecnologias mecânicas utilizadas para aumentar a produção (ALTIERI, SILVA e NICHOLLS, 2003).

A proteção de cultivos a organismos que ocasionalmente são prejudiciais, fitopatógenos, insetos-praga e plantas daninhas, é particularmente levada em consideração pela proposta de desenvolvimento e produção sustentável devido à escala de custos envolvidos e os efeitos secundários desfavoráveis sobre a cadeia alimentar e equilíbrio biológico (FERRON e DEGUINE, 2005). Resultados de experimentos, delineados para evitar ou reverter tais consequências em agroecossistemas modernos, indicam que a biodiversidade pode ser usada para melhorar o manejo de pragas (ALTIERI, SILVA e NICHOLLS, 2003).

Nicholls e Altieri (2007) citam que biodiversidade é crucial para as defesas dos cultivos e quanto mais diversificadas as plantas, animais e organismos do solo que ocuparem um sistema agrícola, maior será a diversidade da comunidade de inimigos naturais de pragas que a unidade de produção poderá sustentar.

Assim, o desenvolvimento de tecnologias e sistemas agroecológicos que enfatizem a conservação e/ou regeneração da biodiversidade, do solo, da água e outros recursos é urgentemente necessário para alcançar os desafios socioeconômicos e ambientais da produção agrícola. O aumento da biodiversidade funcional em agroecossistemas é a estratégia-chave ecológica para trazer sustentabilidade à produção (ALTIERI, 1999).

Para usar efetivamente a biodiversidade no Manejo Integrado de Pragas (MIP), é importante entender que o tipo e a abundância da biodiversidade desejáveis na agricultura diferem de um agroecossistema para outro (ALTIERI, 1999). As relações intrínsecas a determinadas culturas em relação aos diferentes níveis tróficos devem ser estudadas em profundidade para que se alcance o entendimento do potencial da biodiversidade no controle de populações que causam danos econômicos.

### 1.2.1 Biodiversidade entomológica

Os insetos são atualmente o grupo dominante e mais diverso de animais na Terra. Ultrapassam, em número, todos os outros animais terrestres e ocorrem praticamente em todos os ecossistemas. Várias centenas de milhares de tipos diferentes foram descritos – três vezes o que há no resto do reino animal – (BORROR, TRIPLEHORN e JOHNSON, 2003).

Panizzi e Parra (1991) sugerem que os insetos são os maiores competidores do homem pela hegemonia na Terra, pois, historicamente, o homem sempre conseguiu dominar a maioria e, mesmo, extinguir alguns dos animais terrestres. Porém os insetos, como grupo, permanecem como a única barreira biótica ao domínio total do homem, visto que a capacidade adaptativa dos insetos é amplamente conhecida e sua diversidade tem sido objeto de muitos estudos ao redor do mundo.

Em ambientes agrícolas, os insetos herbívoros desenvolveram mecanismos adaptativos para sobreviver alimentando-se de plantas. Essas, do mesmo modo, desenvolveram mecanismos para evitar ou reduzir os danos causados pelos insetos. Essa interação é conhecida como co-evolução inseto-planta. As pragas nada mais

são do que herbívoros que conseguiram se adaptar aos mecanismos impostos pelas plantas para se defenderem (GUEDES, COSTA e CASTIGLIONE, 2000).

As interações inseto-planta podem ser muito complexas e envolver diferentes níveis tróficos e diversas espécies de plantas (primeiro nível trófico), herbívoros (segundo nível) e inimigos naturais (terceiro nível) que predam ou parasitam os herbívoros. A interação entre o herbívoro e seu inimigo natural em uma espécie de planta pode ser influenciada pela presença de plantas associadas e também pela presença de outros herbívoros (hospedeiros e presas alternativas) presentes nas espécies de plantas associadas. Em muitos casos, os insetos entomófagos são diretamente atraídos para plantas específicas, mesmo na ausência do hospedeiro ou presa, ou por substâncias químicas liberadas pela planta hospedeira do herbívoro ou por outras plantas associadas (ALTIERI, SILVA e NICHOLLS, 2003).

Cerca de 10% das espécies descritas de insetos são consideradas pragas, prejudicando plantas, animais domésticos e, também, o homem. Os danos causados pelos insetos às plantas são variáveis, podendo atingir todos os órgãos vegetais. Também podem agir indiretamente transmitindo patógenos, facilitando a proliferação de bactérias e o desenvolvimento de fungos (GALLO et al., 2002).

### **1.3 A ordem Hymenoptera e os parasitoides no controle de pragas**

Dentre as várias ordens de insetos, Hymenoptera (*hymeno*, gr., membrana; *ptera*, gr., asas) talvez seja, do ponto de vista humano, a mais útil de toda a classe Insecta. Contém numerosos indivíduos de valor como parasitos e predadores de muitos insetos daninhos e, também, os mais importantes na polinização das flores (BORROR e DELONG, 1969).

Há aproximadamente 125.000 espécies conhecidas de Hymenoptera, e a estimativa sobre a diversidade total desta ordem figura entre 600.000 e 1.200.000 espécies (GRIMALDI e ENGEL, 2005).

Segundo Borrór e Delong (1969), os indivíduos alados dessa ordem possuem quatro asas membranosas; as asas posteriores são menores que as anteriores e têm uma fileira de diminutos ganchos com os quais se acoplam a estas. As asas apresentam relativamente poucas nervuras, as quais quase não existem em

algumas formas muito pequenas. As peças bucais são do tipo mastigador ou mastigador-sugador. As antenas apresentam, geralmente, dez ou mais segmentos e são relativamente longas. Os tarsos compõem-se, usualmente, de cinco segmentos. O ovipositor apresenta-se, em geral, bem desenvolvido; nas formas superiores transforma-se em ferrão e apenas as fêmeas podem ferir. A metamorfose é completa, com a maioria das larvas sendo vermiformes. As pupas são do tipo livre e podem se formar dentro de um casulo, no interior de um hospedeiro (no caso das espécies parasitas) ou em células especiais. Na maioria de Hymenoptera, o sexo é determinado pela fecundação do ovo: ovos fecundados dão origem a fêmeas e os não fecundados, em geral, a machos.

Dentre as espécies de Hymenoptera, vários insetos de hábito predador ou parasitoide têm sido relatados como inimigos naturais de insetos-praga. Os chamados himenópteros parasitoides são um importante elemento da fauna neotropical por seu papel no controle da população de outros insetos que interferem, direta ou indiretamente, e de forma ainda não bem quantificada, nas cadeias tróficas de grande parte dos agroecossistemas. Devido à sua capacidade de regular populações de insetos considerados como pragas agrícolas, muitas espécies de himenópteros parasitoides são utilizadas com sucesso em programas de controle biológico e/ou manejo integrado de pragas (PERIOTO et al., 2004).

São considerados himenópteros parasitoides aquelas espécies cujas larvas se desenvolvem no corpo de outro artrópode, usualmente um inseto, ou em uma massa única ou gregária de hospedeiros, como ootecas ou massas de larvas galhadoras, acarretando a morte do hospedeiro no final do desenvolvimento do parasitóide (GODFRAY, 1994).

Os himenópteros parasitoides apresentam uma grande biodiversidade e têm grande importância biológica, ecológica e econômica, participando de mais de 50% das cadeias alimentares dos ambientes terrestres (LaSALLE e GAULD, 1993). Desta forma, tais indivíduos podem ser considerados insetos benéficos na medida em que atuam como inimigos naturais de insetos-praga.

Os parasitoides podem ser classificados e divididos segundo o seu desenvolvimento larval em: ectoparasitoides (desenvolvimento externo e alimentam-se através de lesões no tegumento do hospedeiro) ou endoparasitoides (desenvolvimento e alimentação no interior do hospedeiro) e idiobiontes (a oviposição da fêmea é feita próxima ou no hospedeiro, que é paralisado ou morto e

do qual a larva emergente alimenta-se) ou coinobiontes (a oviposição é feita em um hospedeiro que é apenas imobilizado temporariamente). A maioria dos endoparasitoides é coinobionte e a maioria dos ectoparasitoides é idiobionte (YAMADA, 2001).

Conforme Hoffmann e Frodsham (1993), a maioria dos parasitoides somente age em um estágio de vida específico de uma ou várias espécies relacionadas. O parasitoide imaturo desenvolve-se sobre ou dentro de outro inseto, alimentando-se de fluídos corporais e órgãos, eventualmente saindo do hospedeiro para tornar-se pupa, ou emergindo como adulto. O ciclo de vida do hospedeiro e do parasitoide pode coincidir, ou o do hospedeiro pode ser alterado pelo parasitoide para acomodar o desenvolvimento deste.

O ciclo de vida e hábitos reprodutivos de parasitoides de insetos-praga pode ser complexo. Em algumas espécies, somente um parasitoide irá se desenvolver em determinado hospedeiro, enquanto, em outros casos, centenas de larvas jovens podem desenvolver-se dentro do hospedeiro (HOFFMANN e FRODSHAM, 1993).

Ainda segundo Hoffmann e Frodsham (1993), enquanto insetos predadores imediatamente matam ou prejudicam suas presas, insetos nocivos atacados por parasitoides morrem lentamente. Alguns hospedeiros são paralisados, enquanto outros podem continuar a se alimentar e até mesmo deixar ovos antes de sucumbir ao ataque. Insetos parasitoides, contudo, frequentemente completam seus ciclos de vida e aumentam seus números muito mais rapidamente que insetos predadores. Parasitoides podem ser abundantes e muito efetivos como inimigos naturais de insetos-praga, mas sua presença pode não ser óbvia. Frequentemente é necessário, para determinar a extensão do parasitismo, dissecar os insetos-praga para ver se algum parasitoide adulto emerge. Parasitoides podem ser parasitados por outros parasitoides, fenômeno denominado de hiperparasitismo. Esse, é de ocorrência natural, pode ser comum e reduzir a eficácia de algumas espécies benéficas.

### 1.3.1 A taxonomia de himenópteros parasitoides no Controle Biológico de Pragas Agrícolas

O conhecimento taxonômico é o primeiro requisito para o desenvolvimento de pesquisas que utilizem determinados táxons de inimigos naturais em um programa de controle biológico de pragas. Uma vez esclarecidas as identificações taxonômicas, abrem-se espaços para o desenvolvimento de estudos em todas as demais áreas biológicas de um agroecossistema (ZUCCHI, 2002).

Para Menezes (2006), a agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada, apóia-se em práticas agropecuárias que promovam a agrobiodiversidade e os processos biológicos naturais, baseando-se no baixo uso de insumos externos. Inere-se daí que o controle biológico, em todo o seu contexto, é uma alternativa promissora para o manejo de pragas em sistemas agrícolas sustentáveis, visto constituir-se num processo natural de regulação do número de indivíduos da população da praga por ação dos agentes de mortalidade biótica, os quais são também denominados de inimigos naturais ou agentes de controle biológico.

O conhecimento e a conservação das relações entre os organismos pertencentes a um sistema tritrófico, no caso de um agroecossistema, a planta – herbívoro – parasitoide, servem não somente para manter a dinâmica do ecossistema natural, como também para ser aproveitado economicamente pelo homem no controle de insetos-praga em agroecossistemas. Os inimigos naturais dos herbívoros, sejam eles predadores, parasitoides ou patógenos, oferecem uma alternativa em programas de manejo integrado de pragas (PANIZZI e PARRA, 1991).

Na agricultura convencional, os inimigos naturais são, geralmente, utilizados como um método complementar aos agrotóxicos no manejo integrado de pragas, enquanto que na agricultura orgânica, eles se inserem em substituição a esses produtos químicos sintéticos. Todavia, a tendência do controle biológico é aumentar consideravelmente no âmbito global, atendendo às demandas mundiais pela utilização de práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente, uma vez que, em comparação ao controle químico, o controle biológico tem as seguintes vantagens: protege a biodiversidade, maior especificidade e, portanto, com menor risco de atingir organismos não-alvos, não deixa resíduos tóxicos em alimentos,

água e solo e aumenta o lucro do produtor, uma vez que tende a ser mais barato que os agrotóxicos (MENEZES, 2006).

No entanto, conforme destacam Gazzoni et al. (1981) e Gouvea et al. (2007), algumas incongruências quanto ao controle (especialmente o biológico) de pragas no Brasil podem ser observadas em diferentes culturas. Os autores consideram que o desconhecimento da identificação correta das pragas, das épocas de sua ocorrência, da importância do equilíbrio biológico e dos critérios para a utilização do controle químico traz, como consequência mais palpável, o uso desregrado de produtos químicos que, além de onerarem desnecessariamente o agricultor, podem levar a desequilíbrios biológicos e, conseqüentemente, à reinvasão de pragas e ao surgimento de pragas secundárias, assim como à possibilidade do surgimento de populações resistentes.

Nesse contexto, Reis Jr. et al. (2000) mencionam que programas de controle biológico deveriam estar baseados em conhecimentos de interações tróficas, ao invés de simplesmente se basearem em estratégias que envolvam a introdução de inimigos naturais exóticos. Assim, a procura por agentes de controle biológico potencialmente utilizáveis, nos locais de origem das pragas, nem sempre resulta em sucesso no controle do inseto-alvo. Portanto, estudos têm demonstrado a necessidade de pesquisas mais amplas da fauna local, de associações e inter-relações ecológicas, e, também, do gerenciamento de problemas (STARY et al., 2007).

Zucchi (2002) cita que a importância da identificação do parasitoide é tão óbvia que geralmente passa despercebida. A taxonomia é a etapa fundamental para o início de um programa de controle biológico que envolva a criação do inimigo natural, pois o sucesso de um programa é diretamente dependente do uso da espécie adequada e, conseqüentemente, da correta identificação do inimigo natural.

Ainda, a implantação e o desenvolvimento de um programa de controle biológico precisam estar fundamentados nos estudos taxonômicos. Sendo assim, não é exagero afirmar que o controle biológico desenvolve-se em razão da taxonomia do grupo a ser utilizado e é por esse motivo que a taxonomia de parasitoides, que controlam pragas agrícolas ou florestais, encontra-se mais desenvolvida (ZUCCHI, 2002) e também dependente de maior incentivo por parte de instituições de pesquisa.

A falta de estudos básicos (de biologia e de ecologia) e de dados a respeito da composição faunística e taxonômica de himenópteros parasitoides inviabilizam e/ou retardam o avanço das pesquisas nas áreas de controle biológico e manejo integrado de pragas no Brasil. No caso do cultivo do tabaco, são conhecidos aspectos taxonômicos e biológicos das principais pragas que atacam a cultura, mas pouco se sabe sobre os inimigos naturais presentes no ambiente. Sendo assim, dentro do contexto deste trabalho e da cultura do tabaco, a busca por inimigos naturais e a correta identificação taxonômica dos parasitoides associados nativamente, surge como uma necessidade para o desenvolvimento de um programa de controle biológico e manejo integrado de pragas que seja efetivamente implantado.

#### 1.3.1.1 Fauna de himenópteros parasitoides associada a cultivos agrícolas

A regulação da abundância e a distribuição de espécies são fortemente influenciadas pelas atividades dos inimigos naturais que ocorrem naturalmente, em especial os predadores e os parasitoides. Na maioria dos ecossistemas manejados, tais quais as áreas agrícolas, essas interações biológicas são intensamente restritas ou interrompidas em comparação com ecossistemas naturais (Gullan e Cranston, 2007).

No Brasil, estão sendo desenvolvidas pesquisas sobre o controle biológico de insetos em diversas culturas, tornando-se uma estratégia que pode auxiliar na qualidade da produção, principalmente numa cultura orgânica que tem como vantagens a diminuição nos custos de produção, impactos ambientais reduzidos e menor exposição a produtos químicos pelo homem, sendo possível reduzir o uso dos mesmos em até 60% (EMBRAPA, 2006).

Nesse sentido, levantamentos faunísticos das comunidades de inimigos naturais associadas a culturas agrícolas e suas interações com outros animais e com o ambiente têm sido realizados e servem de base a programas de Controle Biológico e MIP.

Perioto et al. (2002a) amostraram 16.166 himenópteros parasitoides pertencentes a oito superfamílias e 22 famílias em cultivo de algodão (*Gossypium*

*hirsutum* L.) no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil, das quais Encyrtidae e Trichogrammatidae foram as mais frequentes. Essas famílias são compostas por espécies importantes já utilizadas em programas de Controle Biológico no Brasil, a saber: *Ageniaspis citricola* Logvinoskaya, 1983 (Hymenoptera, Encyrtidae) para controle do minador das folhas de citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera, Gracillariidae); *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) para controle, principalmente, de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera, Noctuidae), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae), *Erynnis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Sphingidae), *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera, Pentatomidae), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera, Noctuidae), *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Crambidae).

Perioto et al. (2002b) também registraram a ocorrência de 4.969 himenópteros parasitoides distribuídos em 15 famílias associadas à cultura da soja (*Glycine max* L.) em Nuporanga, SP, sendo a família Scelionidae considerada a mais frequente. Espécies dessa família com utilização em programas de Controle Biológico incluem *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera, Scelionidae) e *Trissolcus basalus* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera, Scelionidae).

Em área agrícola de Rio Claro, SP, Brasil, em levantamento realizado numa área cultivada com sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.); Souza, Braga e Campos (2006) registraram a ocorrência de 5.308 himenópteros parasitoides distribuídos em 22 famílias, das quais Mymaridae, Encyrtidae e Scelionidae foram as mais abundantes. Os espécimes pertencentes a essas famílias são parasitoides de ovos e, como citado anteriormente, são objeto de estudos mais amplos sobre sua utilização em controle biológico e manejo integrado de pragas.

Outros trabalhos registram a associação entre determinadas espécies de parasitoides e seus hospedeiros específicos que são considerados pragas em culturas agrícolas. Valicente e Barreto (1999) registraram os inimigos naturais da lagarta do cartucho do milho, *S. frugiperda* em Cascavel, PR; Botton et al. (2002) identificaram os parasitoides associados à lagarta-enroladeira *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937) na cultura da macieira; Jahnke et al. (2006) determinaram o complexo de parasitoides de *P. citrella* em pomares de citros, e Ronquim, Pacheco e

Ronquim (2004) determinaram a ocorrência e parasitismo de afídeos em cultivares de aveia irrigada.

Com relação ao cultivo do tabaco, não existem levantamentos quantitativos e/ou qualitativos publicados sobre a fauna de parasitoides, e poucos trabalhos sobre a associação entre inimigo natural – hospedeiro, como o trabalho de Canto-Silva et al. (2006) que observaram a dispersão do parasitoide *Gryon gallardoi* (Brethes, 1913) (Hymenoptera, Scelionidae), importante espécie controladora de *Spartocera dentiventris* (Berg, 1884) (Hemiptera, Coreidae) nessa cultura.

#### 1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Elsevier Agriculture, Ecosystems & Environment**, v 74, n.1-3, p. 19-31, 1999.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 226p, 2003.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. São Paulo: Ed.Edgard Blücher,1969. 653p.

BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **An introduction to the Study of Insects**. 6. ed. Estados Unidos da América: Brooks/Cole Thomson Learning, 2003. 800p.

BOTTON, M.; NAKANO, O.; KOVALESKI, A. Parasitóides associados à lagarta-enroladeira *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da macieira. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 341-343, 2002.

CANTO-SILVA, C. et al. Dispersal of the egg parasitoid *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) in tobacco crops. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1A, p. 9-17, 2006.

CORREA, S. et al. **Anuário brasileiro do fumo**. Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta, 144p. 2003.

EMBRAPA. **Controle Biológico**. 2006. Disponível em: <[http://www.embrapa.br/linhas\\_de\\_acao/temas\\_basicos/controle\\_bio/index\\_html/mostra\\_documentos](http://www.embrapa.br/linhas_de_acao/temas_basicos/controle_bio/index_html/mostra_documentos)>. Acesso em: 14 out 2010.

FERRON, P.; DEGUINE, J. P. Crop protection, biological control, habitat management and integrated farming: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.25, p.17-24, 2005.

GALLO, D. et al. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2a ed. 2002. 920p.

GAZZONI, D. L. et al. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: Embrapa CNPSo, (Circular Técnica, 5), 1981. 44p.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1994. 473p.

GOUVEA, A. et al. Associação e densidade populacional de ácaros predadores em plantas de erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae) na presença ou na ausência de ácaros fitófagos. **Ciência Rural**, v.37, n. 1, p. 1-6, 2007.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the Insects**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 772p.

GUEDES, J. V. C.; COSTA, I. F. D. **Pragas e doenças da cultura do fumo**. Santa Maria: Orium, 2006. 88p.

GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONE, E. (Ed). **Bases técnicas do Manejo de Insetos**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, RS, 2000. 248p.

GULLAN, P.J.; CRASTON. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3.ed. São Paulo: Roca, 2007. 440p.

HOFFMANN, M. P.; FRODSHAM, A. C. **Natural enemies of vegetable insect pests**. A Cornell Cooperative Extension Publication, Ithaca, NY, 1993. 63p.

JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R.; DIEFENBACH, L. M. G. Parasitismo em *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em Pomares de Citros em Montenegro, RS. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 3, p. 357-363, 2006.

KUEPPER, G.; THOMAS, R. **Organic Tobacco Production**. A publication of ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service. Disponível em <<http://www.attra.ncat.Org/attar-pub/tobacco.html>>. Acesso em 15 Out. 2010.

LANDONI, J. H. **Nicotiana tabacum** L. Disponível em <<http://www.inchem.org/documents/pims/plant/nicotab.htm>>. Acesso em 29 abr.2009.

LaSALLE, J.; GAULD, I. D. **Hymenoptera Biodiversity**. Wallingford: CAB International, 1993. 348p.

McNEELY, J.A. et al. (Ed.). **Conserving the world's biological diversity**. IUCN,WRI,WWF-US, World Bank, Gland Switzerland. 1990. 193p.

MENEZES, E. L. A. **Controle Biológico**: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira, 2006. Disponível em: < <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/publicacoes.html>>. Acesso em 15 mai. 2009.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. **Projeção e implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o manejo de pragas em agroecossistemas**. In: Altieri, M. A.; Nicholls, C. I.; Ponti, L. (Eds.) **Controle Biológico de Pragas através do manejo de agroecossistemas**. Brasília: MDA, p.02-16, 2007.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 412p.

PEARCE B.; DENTON, P.; SCHWAB, G. **Field Selection, Tillage, and Fertilization**. In: Kentucky & Tennessee Tobacco Production Guide 2009. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id160/id160.pdf>>. Acesso em 15 Out. 2010.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SANTOS, J. C. C.; SELEGATTO, A. Himenópteros parasitóides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 165-168, 2002a.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SANTOS, J. C. C.; SILVA, T. C. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae), no município de Nuporanga, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 185-187, 2002b.

PERIOTO, N. W. et al. Himenópteros parasitóides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 1, p. 41-44, Jan/Mar, 2004.

REIS JR, R.; SOUZA, O.; VILELA, E. F. Predators impairing the natural biological control of parasitoids. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 3, p. 507-514, 2000.

RONQUIM, J. C.; PACHECO, J. M.; RONQUIM, C. C. Occurrence and parasitism of aphids (Hemiptera: Aphididae) on cultivars of irrigated oat (*Avena* spp.) in São Carlos, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** [online], v. 47, n. 2, p.163-169, 2004.

SEEBOLD et al. **Pest Management**. In: Kentucky & Tennessee Tobacco Production Guide 2009. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id160/id160.pdf>>. Acesso em 15 Out. 2010.

SOUZA, L.; BRAGA, S. M. P.; CAMPOS, M. J. O. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em área agrícola de Rio Claro, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 4, p. 465-469, 2006.

SPECHT, A. et al. Ocorrência de *Rachiplusia nu* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) em fumo (*Nicotiana tabacum* L.) no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 705-706, 2006.

STARY, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** v. 51, n. 1, p. 107-118, 2007.

VALICENTE, F. H.; BARRETO, R. B. Levantamento dos inimigos naturais da lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na região de Cascavel, PR. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 333-337, 1999.

VENCATO, A. Z. et al. **Anuário brasileiro do tabaco 2009**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2009. 152p.

YAMADA, M. V. **Estudo da Biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em área de Mata Atlântica do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo/SP**. 2001. 97 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

ZUCCHI, R. A. 2002. **Taxonomia e o controle biológico de pragas**. In. PARRA, J. R. P. et al. (Org.) **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. Manole, 609p.

## 2 CAPÍTULO I

# HIMENÓPTEROS PARASITOIDES ASSOCIADOS A CULTIVO CONVENCIONAL DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL

### RESUMO

Na situação ambiental e econômica atual do setor fumageiro, são necessárias pesquisas e ações efetivas que reduzam o impacto do cultivo no meio ambiente, sem diminuir a produção e a qualidade. Assim, o controle biológico através da utilização de inimigos naturais associados nativamente à cultura surge como uma alternativa para o controle das pragas que causam danos econômicos, e cujo controle químico implica em impactos ambientais negativos. O objetivo deste trabalho foi investigar a fauna de himenópteros parasitoides associada a cultivo convencional de tabaco em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, avaliando a distribuição temporal das populações desses inimigos naturais. O trabalho foi desenvolvido em duas lavouras de tabaco localizadas em Santa Cruz do Sul, uma na safra-2008/2009 e outra em 2009/2010. Em cada lavoura foi delimitada uma linha de amostragem aleatória com quatro pontos de coleta, “Fora”, “Borda”, “Dentro” e “Meio”. Em cada ponto de coleta foram instaladas quatro armadilhas tipo *pit-fall* e uma armadilha de Malaise. As coletas foram realizadas semanalmente no período de 20 de novembro de 2008 a 01 de janeiro de 2009 e de 23 de novembro de 2009 a 28 de dezembro de 2009. Os insetos pertencentes à ordem Hymenoptera foram identificados em nível de família e as análises incluíram: Frequência, Constância e Dominância, além dos Índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade. Foi amostrado um total de 7.913 himenópteros parasitoides distribuídos em 31 famílias, sendo 1.232 e 6.681 provenientes das coletas realizadas nas safras 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente. As famílias Ichneumonidae, Braconidae, Eucilidae, Encyrtidae e Scelionidae foram as mais frequentes, correspondendo a 23,30, 18,00, 17,60, 8,40 e 7,70% do total coletado em ambas as safras, respectivamente.

Verificou-se que os indivíduos amostrados predominaram no ponto de amostragem “Fora”. A safra 2008/2009 foi considerada mais diversa (Índice de Shannon correspondeu a 2,40) e com distribuição mais homogênea dos indivíduos entre as famílias (Equitabilidade correspondente a 0,73) do que a safra 2009/2010, cujos índices corresponderam a 2,27 e 0,66, respectivamente. Houve evidências do impacto da aplicação de agroquímicos sobre as populações de himenópteros parasitoides levando, assim, à necessidade de estudos mais aprofundados quanto à seletividade dos produtos atualmente utilizados no controle das pragas do tabaco.

**Palavras-Chave:** Biodiversidade, Inimigos Naturais, Fumo Convencional.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Existem muitas espécies de tabaco, todas nativas das Américas. *Nicotiana tabacum* L. é a mais amplamente cultivada, com as folhas e caule sendo usados, principalmente, na produção comercial de cigarros e charutos (KUEPPER e THOMAS, 2008). O Brasil é o segundo maior produtor de tabaco, com 747.680 toneladas em 2008, e o maior exportador, tendo embarcado, nesse ano, 681.480 toneladas, o que representa 91% da produção (VENCATO et al., 2009). A produção, na safra 2008/2009, foi de 758.250 toneladas, de acordo com a Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra) movimentando, assim, cerca de R\$ 16 bilhões ao ano, considerando-se as diversas etapas do processo produtivo e de comercialização (VENCATO et al., 2009).

A cultura apresenta grande importância econômica devido ao elevado valor comercial e à capacidade de empregar grande número de pessoas, tanto no cultivo como na industrialização (SPECHT et al., 2006). Envolve em torno de 800 mil pessoas, em 730 municípios do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, gerando 35 mil empregos diretos nas empresas e 917.000 na lavoura, além de 1.440.000 (VENCATO et al., 2009).

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de tabaco, com 50,13% do total, vindo a seguir Santa Catarina (32,53%) e depois o Paraná. Possui, também, o maior número de produtores (95.410) e a maior área plantada (184.070 ha ou 49% do total) (VENCATO et al., 2009).

De acordo com Seebold et al. (2009), patógenos e insetos causam perdas significativas na produção, no rendimento e na qualidade do tabaco, desde a produção de mudas até a colheita. Guedes e Costa (2006) citam que a cultura do tabaco é atacada por um grupo restrito de pragas, que inclui a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767), Lepidoptera, Noctuidae), a larva-aramé (*Conoderus* spp. (Eschscholtz, 1829), Coleoptera, Elateridae), a broca-do-fumo (*Faustinus cubae* (Boheman, 1844), Coleoptera, Curculionidae), a pulga-do-fumo (*Epitrix* spp. Foudras, 1859), Coleoptera, Chrysomelidae) e os pulgões (*Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *M. nicotianae* (Blackman, 1987), Hemiptera, Aphididae).

A maioria dessas pragas reduz a produtividade diretamente através do uso das folhas para sua alimentação, ou ainda, no caso dos afídeos, causam injúrias

como a redução do vigor e do crescimento da planta. Esses insetos são também considerados vetores de vírus e bactérias, causadores de doenças (SEEBOLD et al., 2010). Em lavouras manejadas convencionalmente, o controle de pragas e patógenos causadores de doenças é realizado através da utilização de produtos químicos e cuja toxicidade é variável, sendo utilizados normalmente acefato, carbofuran e imidaclopride (SOUTHERN, 2005).

Na agricultura convencional, os inimigos naturais são, geralmente, utilizados como um método complementar aos agrotóxicos no manejo integrado de pragas (MENEZES, 2006). Nesse sentido, os chamados himenópteros parasitoides - espécies cujas larvas se desenvolvem no corpo de outro artrópode, usualmente um inseto, ou em uma massa única ou gregária de hospedeiros, como ootecas ou massas de larvas galhadoras, acarretando a morte do hospedeiro no final do desenvolvimento do parasitoide (GODFRAY, 1994) - são um importante elemento da fauna neotropical por seu papel no controle da população de outros insetos que interferem, direta ou indiretamente, e de forma ainda não bem quantificada, nas cadeias tróficas de grande parte dos agroecossistemas.

Devido à sua capacidade de regular populações de insetos considerados como pragas agrícolas, muitas espécies de himenópteros parasitoides são utilizadas com sucesso em programas de Controle Biológico e/ou Manejo Integrado de Pragas (PERIOTO et al., 2004).

Menezes (2006) cita que a tendência do controle biológico, como método alternativo e/ou complementar no controle de pragas, é aumentar consideravelmente no âmbito global, atendendo às demandas mundiais pela utilização de práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente. Em comparação ao controle químico, o controle biológico tem como vantagens a proteção da biodiversidade, maior especificidade e, portanto, menor risco de atingir organismos não-alvos, ausência de resíduos tóxicos na água e no solo, em alimentos, e aumento do lucro do produtor, por que tende a ser mais barato que os agrotóxicos.

No entanto, conforme destacam Gazzoni et al. (1981) e Gouvea et al. (2007), algumas incongruências quanto ao controle de pragas no Brasil, especialmente o biológico, podem ser observadas em diferentes culturas. Os autores consideram que o desconhecimento da identificação correta das pragas, das épocas de sua ocorrência, da importância do equilíbrio biológico e dos critérios para a utilização do controle químico traz, como consequência mais palpável, o uso desregrado de

produtos químicos que, além de onerarem desnecessariamente o agricultor, podem levar a desequilíbrios biológicos e, conseqüentemente, à reinvasão de pragas e ao surgimento de pragas secundárias, assim como à possibilidade do surgimento de populações resistentes.

Reis Jr. et al. (2000) mencionam que programas de controle biológico deveriam estar baseados em conhecimentos de interações tróficas, ao invés de simplesmente se basearem em estratégias que envolvam a introdução de inimigos naturais exóticos. Assim, a procura por agentes de controle biológico potencialmente utilizáveis, nos locais de origem das pragas, nem sempre resulta em sucesso no controle do inseto-alvo. Portanto, estudos têm demonstrado a necessidade de pesquisas mais amplas da composição da fauna local, e de associações e inter-relações ecológicas (STARY et al., 2007).

Assim, o conhecimento taxonômico é o primeiro requisito para o desenvolvimento de pesquisas que utilizem determinados táxons de inimigos naturais em programas de controle biológico de pragas e, uma vez esclarecidas as identificações taxonômicas, abrem-se espaços para o desenvolvimento de estudos nas diferentes áreas biológicas de um agroecossistema (ZUCCHI, 2002).

Na situação ambiental e econômica atual do setor fumageiro, são necessárias pesquisas e ações efetivas que reduzam o impacto do cultivo no meio ambiente, sem diminuir a produção e a qualidade. Assim, o controle biológico através da utilização de inimigos naturais associados à cultura surge como uma alternativa para o controle das pragas que causam danos econômicos, e cujo controle químico implica em impactos ambientais negativos. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi investigar a fauna de himenópteros parasitoides associada a cultivo convencional de tabaco em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, avaliando a distribuição sazonal e espacial das populações desses inimigos naturais, bem como o possível efeito da presença de vegetação adjacente sobre himenópteros parasitoides. Ainda, fornecer indicativos da influência do uso de produtos de origem sintética sobre a fauna de parasitoide presentes em lavoura convencional de tabaco.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas lavouras de tabaco, uma na safra 2008/2009 e outra na safra 2009/2010, localizadas no município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil (coordenadas 29°49'27.89"S e 52°34'43.54"O; 29°34'17.84"S e 52°29'07.38"O) (Figura 1). Ambas as lavouras foram manejadas convencionalmente, ou seja, com a utilização de produtos de origem sintética como fertilizantes, herbicidas, fungicidas e inseticidas durante todo o processo de cultivo.

Segundo dados da Prefeitura Municipal<sup>1</sup>, o município está localizado na encosta inferior do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, a 155 km da capital Porto Alegre, com coordenadas geográficas 29°43'59" de latitude sul e 52°24'52" de longitude oeste, com altitude média de 122 m do nível do mar. Possui uma área total de 794,49 km<sup>2</sup>, sendo 156,96 km<sup>2</sup> de área urbana e 637,53 km<sup>2</sup> de área rural, com uma população estimada de 115.857 habitantes. O relevo do município é composto de áreas levemente onduladas, com vales, morros e elevações maiores originadas dos primeiros contrafortes da Serra Geral. O clima é subtropical temperado, com temperaturas médias de 19°C, com máxima de 42°C e mínima de 5°C; precipitações ocorrem entre 100 e 126 dias ao ano, com 1.300 a 1.800 mm de chuvas, e ocorrem ventos do quadrante leste, com velocidade média de 1,5 a 2,0 metros por segundo (IBGE, 2007).

### 2.2.1 Áreas de Estudo

A lavoura utilizada na safra 2008/2009 corresponde a uma área de 70x30 m, plantada com tabaco (Virgínia), e cuja vegetação adjacente é composta por espécies de gramíneas e pastagem, bem como outras lavouras de tabaco sob manejo convencional de produção (Figura 2).

A lavoura de tabaco convencional utilizada na safra 2009/2010 está localizada no distrito de Rio Pardinho, tem aproximadamente 350x100 m e seu entorno é

---

<sup>1</sup> <http://www.santacruz.rs.gov.br>

composto por outras lavouras de tabaco, além de uma faixa de 15 m de largura por 100 m de extensão de vegetação adjacente com espécies arbóreas e arbustivas (Figura 3).

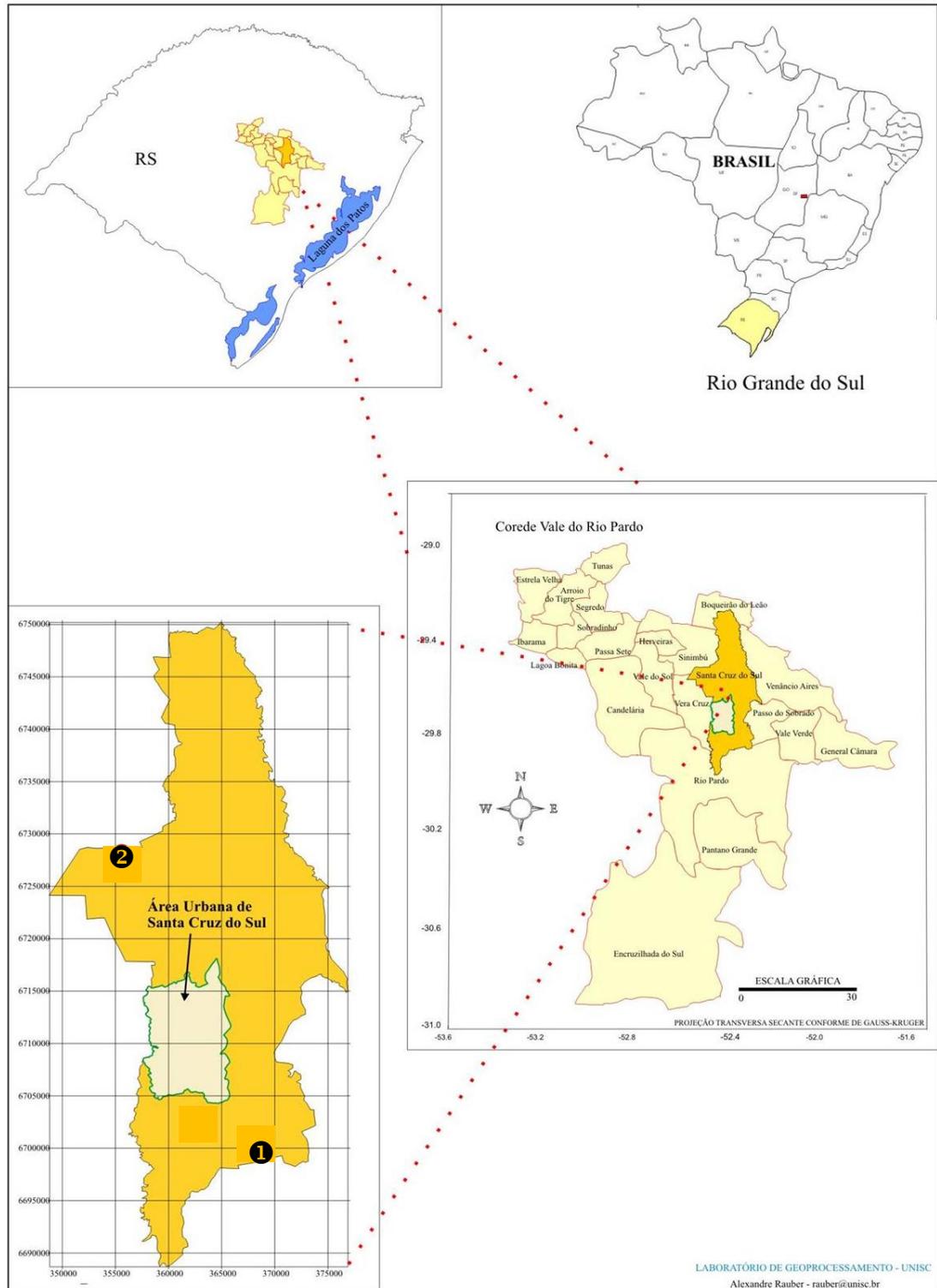


Figura 1 – Localização das áreas de estudo, em âmbito nacional, estadual e municipal. (1) Lavoura convencional 2008/2009; (2) Lavoura convencional 2009/2010. Fonte: Modificado de Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Santa Cruz do Sul.

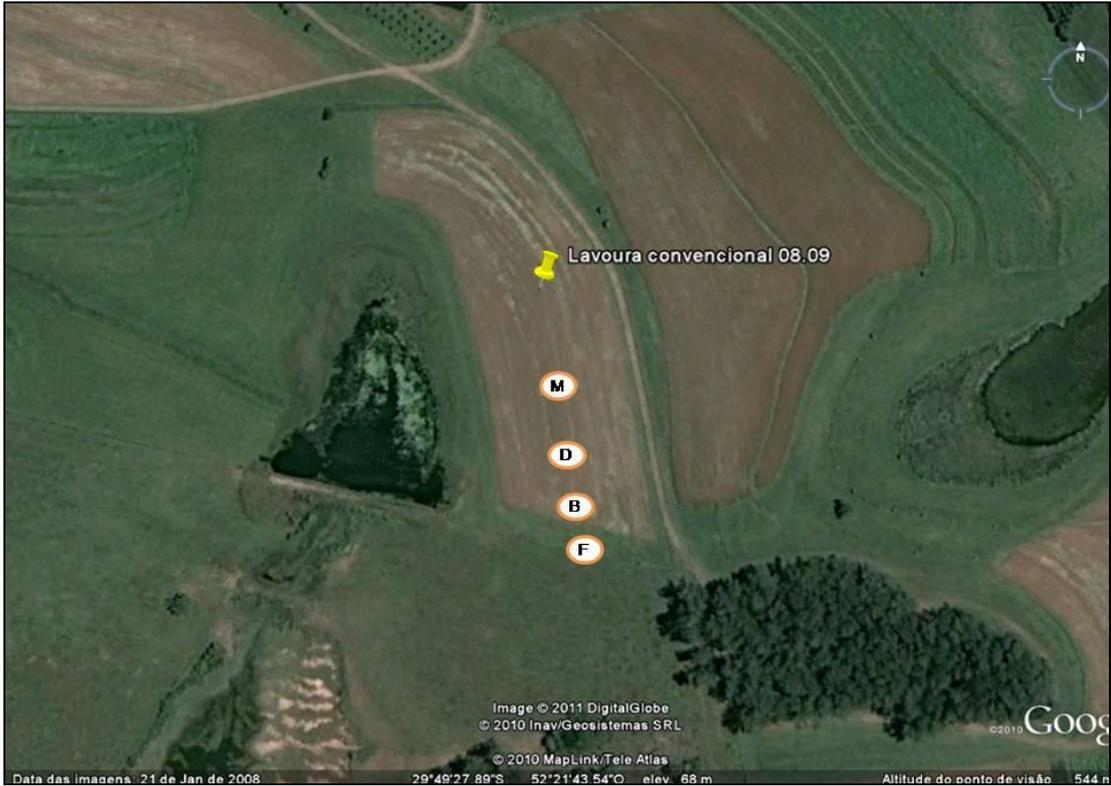


Figura 2 – Croqui da distribuição dos pontos de coleta na linha de amostragem em lavoura convencional. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2008/2009. (F – Fora; B – Borda; D – Dentro; M – Meio).  
Fonte: Modificado de Google Maps.



Figura 3 – Croqui da distribuição dos pontos de coleta na linha de amostragem em lavoura convencional. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010. (F – Fora; B – Borda; D – Dentro; M – Meio).  
Fonte: Modificado de Google Maps.

## 2.2.2 Metodologia de amostragem

Em cada lavoura, na respectiva safra, foi delimitada uma linha de amostragem, na qual foram estabelecidos quatro pontos de coleta, começando a aproximadamente 8 m da borda da lavoura e distantes também 8 m entre si: pontos Fora, Borda, Dentro e Meio (Figuras 2 e 3). Em cada ponto de coleta foram instaladas quatro armadilhas tipo *pit-fall* e uma armadilha de Malaise.

### 2.2.2.1 Armadilha tipo *pit-fall*

A armadilha do tipo *pit-fall* ou armadilha de solo (Figura 4) é especialmente voltada para insetos e outros artrópodes que caminham sobre o solo, por incapacidade de vôo ou por preferência de hábitat. O modelo utilizado no presente trabalho foi constituído por um recipiente plástico de boca larga (15 cm de diâmetro), posicionado dentro de um cano de PVC, enterrado no solo de maneira que a abertura fique ao nível da superfície. Dentro desse recipiente foi colocada, como substância conservante, uma mistura de álcool 70% e 2% de formalina. Sobre as bordas da armadilha, foram colocados dois suportes de ferro para o apoio de uma telha, evitando, assim, o acúmulo de água da chuva no interior da armadilha.

### 2.2.2.2 Armadilha de Malaise

A armadilha de Malaise (Figura 5) age como interceptora de vôo e é destinada à captura de insetos como dípteros e himenópteros, e também alguns grupos de lepidópteros e besouros. A armadilha utilizada correspondeu a um modelo de náilon com uma barreira frontal e uma central e duas aberturas laterais. A sustentação principal foi feita através de uma estaca de madeira, com o frasco coletor acoplado contendo como líquido conservante álcool 70% e 2% de formalina.



Figura 4 – Armadilha do tipo *pit-fall*, utilizada nas safras 2008/2009 e 2009/2010 para captura de insetos epígeos associados a tabaco. Fonte: Registro fotográfico da autora.



Figura 5 – Armadilha do tipo Malaise, utilizada nas safras 2008/2009 e 2009/2010 para captura de insetos em atividade de vôo associados a tabaco. Fonte: Registro fotográfico da autora.

### 2.2.3 Época de realização das amostragens

A partir de projeto piloto desenvolvido em safra anterior (2007/2008) pode-se perceber que o início de ocorrência expressiva de insetos nas armadilhas correspondeu ao estágio em que as plantas de tabaco apresentavam 10 ou mais folhas bem desenvolvidas. Sendo assim, nas safras 2008/2009 e 2009/2010 as armadilhas foram instaladas no início do mês de novembro das respectivas safras, permanecendo em campo durante todo o desenvolvimento do trabalho. As coletas foram realizadas semanalmente em ambas as safras.

Na safra 2008/2009, o período de amostragem foi de 20 de novembro de 2008 a 28 de janeiro de 2009. Já na safra 2009/2010, de 23 de novembro a 28 de dezembro de 2009. Após essa data, em virtude das constantes chuvas e da enchente do Rio Pardinho que invadiu a área e ocasionou a destruição e perda total da área e das armadilhas, as coletas foram encerradas.

Para fins de comparação entre as safras e análises dos dados, somente foram consideradas seis coletas em ambos os anos de estudo (20 de novembro de 2008 a 01 de janeiro de 2009; e 23 de novembro de 2009 a 28 de dezembro de 2009).

### 2.2.4 Triagem e identificação dos insetos

A triagem dos espécimes foi realizada no Laboratório de Entomologia da Universidade de Santa Cruz do Sul e no Laboratório de Entomologia do Departamento de Defesa Fitossanitária (DFS) do Centro de Ciências Rurais/ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A identificação taxonômica foi feita com auxílio de microscópio estereoscópico, através de chaves dicotômicas. Amostras do material coletado estão tombadas na Coleção Entomológica de Santa Cruz (CESC).

Os indivíduos da ordem Hymenoptera foram identificados em nível de família utilizando como base a chave taxonômica de Goulet e Huber (1993), além de outros

trabalhos e publicações fornecidas por especialistas. A sistemática segue Goulet e Huber (1993).

### 2.2.5 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o software PAST (Hammer et al., 2001).

#### 2.2.5.1 Análise Faunística

A análise faunística foi baseada em Bodenheimer (1955) apud Ribeiro (2005), Silveira Neto et al. (1976), Dajoz (1978), Krebs (1978), Palissa et al. (1979) apud Ott (1997), Ludwig e Reynolds (1988) e Uramoto, Walder e Zucchi (2005).

Foram calculados os seguintes parâmetros para as famílias de parasitoides:

##### - Frequência

A frequência é a proporção de indivíduos de uma família em relação ao total de indivíduos da amostra, sendo representada por:

$$F = \frac{n}{N} \times 100$$

onde:  $F$  = Frequência (em porcentagem);  $n$  = número de indivíduos de cada família;  $N$  = número total de indivíduos coletados.

##### - Constância

A constância é a porcentagem de amostras em que um determinado grupo (família) esteve presente. Foi calculada a partir de:

$$C = \frac{p}{N} \times 100$$

onde:  $C$  = Constância (em porcentagem);  $p$  = número de coletas contendo a espécie;  $N$  = número total de coletas.

Após essa análise, as famílias foram enquadradas em categorias:

- constantes (C) – presentes em mais de 50% das coletas;
- acessórias (As) – presentes em 25 a 50% das coletas e
- acidentais (Ac) – presentes em menos de 25% das coletas.

#### - Dominância

O índice de dominância expressa a relação entre o número de indivíduos de uma determinada família e o número de indivíduos total de todas as famílias encontradas. Para o cálculo da dominância das famílias de parasitoides, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$D\% = \frac{i}{t} \times 100$$

onde  $D$  = Dominância,  $i$  = total de indivíduos de uma família e  $t$  = total de indivíduos coletados.

A classificação adotada foi:

- eudominante (Ed): > 10%
- dominante (D): 5 – 10%
- subdominante (Sd): 2 – 5%
- recessiva (Rc): 1 – 2%
- rara (Rr): < 1%

#### 2.2.5.2 Índices Faunísticos

A utilização de índices faunísticos na análise da diversidade da entomofauna destina-se ao estudo da estrutura das comunidades de insetos em determinados

ambientes. Os índices a serem utilizados no presente estudo foram os descritos por Uramoto et al. (2005).

- Índice de Simpson: é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (grupo). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. É calculado como:

$$\lambda = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

onde  $p_i$ : proporção de cada espécie, para  $i$  variando de 1 ao número total de espécies observadas na comunidade, e  $p_i$ : frequência da espécie  $i$ .

- Índice de Shannon: calcula o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com  $S$  espécies e  $N$  indivíduos. Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. Segundo Begon, Harper e Townsend (1996), esse índice assume valores que podem variar de 0 a 5, sendo que o seu declínio é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros. É calculado por meio da fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \cdot \ln p_i)$$

onde  $p_i$ : frequência de cada espécie, para  $i$  variando de 1 ao número total de espécies observadas na comunidade.

- Índice de Equitabilidade ( $J'$ ): é um índice que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as famílias amostradas. Varia de 0 a 1 e indica a contribuição das famílias na composição faunística (KREBS, 1985), conforme a fórmula:

$$J' = H' / H_{max}$$

onde H': Índice de diversidade de Shannon e  $H_{max} = \ln(S)$ .

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Análise Faunística

#### 2.3.1.1 Frequência de himenópteros parasitoides

Foi amostrado um total de 7.913 himenópteros parasitoides distribuídos em 31 famílias, sendo 1.232 provenientes das coletas realizadas na safra 2008/2009 e 6.681 de coletas da safra 2009/2010. As famílias Ichneumonidae, Braconidae, Eucilidae, Encyrtidae e Scelionidae foram as mais representativas, correspondendo a 23,30, 18,00, 17,60, 8,40 e 7,70% do total coletado em ambas as safras, respectivamente (Tabela 1).

Levantamentos sobre himenópteros parasitoides são escassos em agroecossistemas, mas considerando a existência de 61 famílias de himenópteros parasitoides no mundo, com muitas destas exclusivas a regiões zoogeográficas como a Australiana e a Holártica (AZEVEDO et al., 2002), a ocorrência de 31 famílias de parasitoides (incluindo espécimes de Vespoidea e Apoidea) associadas ao cultivo do tabaco, permite inferir que a cultura apresenta grande diversidade de inimigos naturais.

Tabela 1 – Total de indivíduos, frequência (FREQ), constância (CONST) e dominância (DOM) de famílias de himenópteros parasitoides associadas a cultivo convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10).

(continua)

SUPERFAMÍLIA Família	TOTAL		FREQ (%)		CONST *		DOM **	
	08/09	09/10	08/09	09/10	08/09	09/10	08/09	09/10
<b>APOIDEA</b>								
Crabronidae	1	39	0,08	0,58	Ac	C	Rr	Rr
<b>VESPOIDEA</b>								
Mutillidae	20	10	1,62	0,15	C	C	Rc	Rr
Pompilidae	12	29	0,97	0,43	C	C	Rr	Rr
Tiphiidae	14	7	1,14	0,11	C	C	Rc	Rr
<b>CERAPHRONOIDEA</b>								
Ceraphronidae	44	85	3,57	1,27	C	C	Sd	Rc
Megaspilidae	1	8	0,08	0,12	Ac	As	Rr	Rr
<b>CHALCIDOIDEA</b>								
Agaonidae	2	1	0,16	0,01	As	Ac	Rr	Rr
Aphelinidae	6	1	0,49	0,01	As	Ac	Rr	Rr
Chalcididae	8	20	0,65	0,3	C	C	Rr	Rr
Encyrtidae	49	613	3,98	9,17	C	C	Sd	D
Eucharitidae	-	7	-	0,11	-	As	-	Rr
Eulophidae	58	176	4,71	2,63	C	C	Sd	Sd
Eupelmidae	3	19	0,24	0,28	As	C	Rr	Rr
Eurytomidae	10	21	0,81	0,31	C	C	Rr	Rr
Mymaridae	39	322	3,17	4,82	C	C	Sd	Sd
Pteromalidae	10	105	0,81	1,57	C	C	Rr	Rc
Signiphoridae	-	2	-	0,03	-	As	-	Rr
Torymidae	2	7	0,16	0,11	As	C	Rr	Rr
Trichogrammatidae	-	3	-	0,04	-	As	-	Rr
<b>CHRYSIDOIDEA</b>								
Bethylidae	104	285	8,45	4,27	C	C	D	Sd
Chrysididae	-	8	-	0,12	-	C	-	Rr
Dryinidae	2	3	0,16	0,04	Ac	As	Rr	Rr
<b>CYNIPOIDEA</b>								
Eucoilidae	156	1241	12,66	18,6	C	C	Ed	Ed
Figitidae	2	3	0,16	0,05	As	As	Rr	Rr
<b>EVANIOIDEA</b>								
Evaniidae	2	28	0,16	0,41	As	C	Rr	Rr
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>								
Braconidae	300	1123	24,35	16,81	C	C	Ed	Ed
Ichneumonidae	184	1656	14,94	24,79	C	C	Ed	Ed

Tabela 1 – Total de indivíduos, frequência (FREQ), constância (CONST) e dominância (DOM) de famílias de himenópteros parasitoides associadas a cultivo convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10).

SUPERFAMÍLIA	TOTAL		FREQ (%)		CONST *		DOM **	
	08/09	09/10	08/09	09/10	08/09	09/10	08/09	09/10
(conclusão)								
Família								
<b>PLATYGASTROIDEA</b>								
Platygastridae	20	207	1,62	3,1	C	C	Rc	Sd
Scelionidae	153	458	12,42	6,86	C	C	Ed	D
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>								
Diapriidae	29	183	2,36	2,74	C	C	Sd	Sd
Proctotrupidae	1	11	0,08	0,16	Ac	C	Rr	Rr
<b>TOTAL</b>	<b>1232</b>	<b>6681</b>	<b>100</b>	<b>100</b>				

\* Constância: C: Constante; As: Acessória; Ac: Acidental.

\*\* Dominância: Ed: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; Rc: Recessiva; Rr: Rara

Perioto et al. (2002a) observaram a ocorrência de 15 famílias de himenópteros parasitoides associadas a cultivo de soja em Nuporanga, São Paulo Já Souza, Braga e Campos (2006) registraram 22 famílias associadas a cultivos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.) em sistema de rodízio, enquanto que Santos (2008) cita 28 famílias de parasitoides associadas a cultivo de café (*Coffea arabica* L.) na Bahia. A diversidade desses insetos observada para a cultura do tabaco revela a importância dos mesmos para o controle biológico e a necessidade de estudos básicos de taxonomia, biologia e ecologia dentro do contexto da cultura, além da manutenção e preservação da fauna de inimigos naturais.

A grande representatividade das famílias Ichneumonidae e Braconidae registrada associada a cultivo convencional de tabaco se assemelha aos resultados obtidos por Santos (2008) que verificou maior abundância de Ichneumonidae em cultivos orgânico e convencional de café e Braconidae como sendo mais frequente em área de vegetação nativa, e Santos (2007), que registrou Ichneumonidae como a família mais abundante tanto em área de mata-de-cipó quanto associada à cultura cafeeira. Ambos os trabalhos foram realizados no Estado da Bahia, Brasil.

Analisando a fauna de parasitoides em cultura de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em Minas Gerais, Dall'Oglio et al. (2003) registraram Braconidae e Ichneumonidae como as mais abundantes, correspondendo a aproximadamente

50% do total de indivíduos coletados; e Marchiori e Penteado-Dias (2002) observaram grande representatividade de Ichneumonidae em áreas de pastagem e de mata, em Itumbiara, GO.

A partir de dados apresentados na Tabela 1, observa-se que na safra 2008/2009, foram amostrados 1.232 himenópteros parasitoides distribuídos em 27 famílias, das quais se destacaram Braconidae, Ichneumonidae, Eucoilidae, Scelionidae e Bethylidae com 24,35, 15,00, 12,70, 12,40 e 8,45% do total de parasitoides amostrados, respectivamente. As demais famílias apresentaram frequências relativas inferiores a 5,00%.

Na safra 2009/2010, foram amostrados 6.681 himenópteros parasitoides, distribuídos em 31 famílias (Tabela 1). Além das famílias já amostradas na primeira safra, foi verificada a presença das famílias Eucharitidae, Signiphoridae, Trichogrammatidae e Chrysididae,. Ichneumonidae, com 24,80% do total de parasitoides amostrados, foi a família mais representativa, seguida por Eucoilidae (18,60%), Braconidae (16,81%), Encyrtidae (9,17%) e Scelionidae (6,86%). As demais famílias apresentaram frequências relativas inferiores a 5,00%.

No entanto, os resultados obtidos referentes às famílias Ichneumonidae e Braconidae associados à cultura do tabaco diferem daqueles verificados por Periotto et al. (2002a, 2002b) em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e soja (*Glycine max* L.), respectivamente, que mencionam a frequência relativas dessas duas famílias abaixo de 5%; e Souza, Braga e Campos (2006), que observaram baixa representatividade de Ichneumonidae e Braconidae em trabalho referido anteriormente, realizado em sorgo, milho, feijão e trigo em sistema de rodízio, citando a umidade como fator importante na estruturação da comunidade desses parasitoides e que, provavelmente, a baixa frequência reflita a pressão ambiental exercida sobre o grupo em função da dinâmica do plantio na área estudada.

Por estar associada a ambientes úmidos, a ocorrência dessas duas famílias tem sido registrada mais comumente em áreas com vegetação em estágios sucessionais mais avançados, como florestas (AZEVEDO e SANTOS, 2000; AZEVEDO et al., 2003).

Tanto Ichneumonidae quanto Braconidae pertencem à superfamília Ichneumonoidea e suas espécies são encontradas em todo o mundo. Estima-se que Braconidae possua aproximadamente 40.000 espécies, a maior parte de seus

indivíduos sendo considerados ectoparasitoides idiobiontes de Lepidoptera e Coleoptera (SHARKEY, 1993), além de outros táxons.

De acordo com Porter (1975) e Wahl e Sharkey (1993), Ichneumonidae têm cerca de 60.000 espécies distribuídas pelo mundo, das quais se estima que 20.000 ocorram na região Neotropical, com pouco mais de 1.700 delas já descritas (TOWNES, 1969). Essa família é constituída por insetos que ocorrem na maioria dos habitats terrestres, mas com maior riqueza de espécies nas regiões temperada e tropical úmida (GAULD e BOLTON, 1988; WAHL e SHARKEY, 1993). São parasitoides de formas imaturas de insetos holometábolos (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Raphidioptera e Trichoptera) e de Chelicerata (ovos e adultos de Araneae e ovos de Pseudoscorpionida) (WAHL e SHARKEY, 1993).

Espécies das famílias Braconidae e Ichneumonidae têm sido utilizadas com sucesso como agentes de controle biológico e, devido à fauna ainda não descrita, existe enorme potencial para o uso desses insetos em programas de manejo integrado de pragas e controle biológico (GUPTA, 1991). Das espécies já utilizadas em controle biológico destacam-se os braconídeos *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) para controle da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794) (CARVALHO, 2006); *Aphidius colemani* Viereck, 1912 para controle de afídeos (Hemiptera) em cultura de trigo (SALVADORI e SALLES, 2002); e *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) (Ichneumonidae) para controle da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) em cultivo de milho (MATOS NETO et al., 2004).

A família Eucoilidae foi a terceira mais representativa associada a tabaco, representando 99% de Cynipoidea. As espécies desse grupo são endoparasitoides de larvas de dípteros ciclórrafos associados à matéria orgânica como fezes, carcaças e frutos em decomposição (RONQUIST, 1994). Em sistemas agrícolas, eucoilíneos destacam-se pelo fato de parasitarem dípteros fitófagos como Tephritidae, Lonchaeidae, Agromizidae, Drosophilidae e Anthomyiidae. Esse grupo de parasitoides também é encontrado em estágios imaturos de membros de Muscidae, Sarcophagidae e Sepsidae (FIGG, HALL e THOMAS, 1983; BLUME, 1984; CERVENKA e MOON, 1991). Várias espécies de eucoilíneos têm sido apontadas como importantes inimigos naturais de diferentes grupos de dípteros (WHARTON, OVRUSKY e GILSTRAP, 1998) e, provavelmente, um fator que explique a abundância desta família em cultivo de tabaco seja a proximidade das lavouras com áreas de pastagem, com criação de gado, cujas fezes permitem a

proliferação de dípteros hospedeiros dessa família. Também, a proximidade da lavoura utilizada na safra 2009/2010 ao leito do Rio Pardinho, confere maior umidade ao ambiente e, conseqüentemente, maior quantidade de dípteros hospedeiros.

Incluída nas famílias mais representativas de Chalcidoidea amostradas, Encyrtidae é uma das mais mencionadas também em controle biológico. De acordo com Gibson (1993), membros dessa família utilizam, como hospedeiros, indivíduos de 12 ordens de Insecta, duas ordens de Arachnida (Araneae e Acari) e uma família de Nematoda (Anguinidae). A maioria de suas espécies são endoparasitoides de Coccidae, Diaspididae e Pseudococcidae, mas Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Orthoptera, Heteroptera e ovos de aranhas também podem ser hospedeiros.

Mais de 450 gêneros e 3.200 espécies de Encyrtidae têm sido descritas mundialmente. Gêneros utilizados em controle biológico incluem *Ageniaspis* (Logvinovskaya, 1983) no controle de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera, Gracillariidae), *Anagyrus* (Howard, 1896) no controle de *Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti, 1867) (Hemiptera, Pseudococcidae), *Encyrtus* Latreille, 1809 e *Microterys* Thomson, 1876 para controle de Hemiptera (Coccidae) (JAHNKE, REDAELLI e DIEFENBACH, 2006).

Encyrtidae foi a família mais abundante em estudo desenvolvido em cultura de algodão, representando 45,14% do total amostrado (PERIOTO et al., 2002b); e em cultura de soja, correspondendo a 19,42% (PERIOTO et al., 2002a). Souza, Braga e Campos (2006) também registraram abundância de Encyrtidae em área cultivada com sorgo, milho, feijão e trigo, no qual a família correspondeu a 19,05% do total amostrado. Associada a tabaco, no presente trabalho, Encyrtidae correspondeu a 8,4% do total amostrado e, como as demais famílias mais frequentes, apresenta potencial como agente de controle biológico da cultura.

A ocorrência de Scelionidae corrobora com Perioto et al. (2002a, 2002b) em soja e algodão, cuja frequência esteve entre as mais representativas nessas culturas; com Santos (2008), que registrou esta família como a mais abundante em áreas de cultivo de café; e com Sperber et al. (2004) em cultura de cacau (*Theobroma cacao* Linnaeus).

Os indivíduos de Scelionidae atacam ovos de Araneae e Insecta (especialmente Hemiptera e Lepidoptera) e, portanto, são importantes controladores

de pragas em ambientes agrícolas. São registrados na literatura mundial, 150 gêneros e aproximadamente 3.000 espécies, mas estima-se a existência de 7.000 no mundo (GOULET e HUBER, 1993). Espécies desse grupo têm sido objeto de estudos e existem casos de utilização com sucesso em programas de controle biológico. As espécies *Trissolcus basalus* (Wollaston, 1858) e *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) se destacam em cultura de soja no controle dos percevejos-da-soja *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (VENZON et al., 1999). Por serem encontrados associados à cultura de tabaco, scelionídeos representam uma potencial alternativa para controle de ovos de pragas. Canto-Silva et al. (2006) registraram a dispersão da espécie *Gryon gallardoi* (Brethés, 1913) em cultivo de tabaco, a qual é responsável pela mortalidade de até 50% dos ovos de *Spartocera dentiventris* (Berg, 1884) (Hemiptera: Coreidae).

Apesar da baixa frequência relativa registrada neste estudo, as famílias Eulophidae, Mymaridae e Bethyidae merecem destaque por sua ocorrência associada a cultivo de tabaco, uma vez que tais grupos são considerados importantes no contexto do controle biológico em outras culturas. Eulophidae é a maior família em Chalcidoidea, com 4.472 espécies descritas em 297 gêneros (NOYES, 2003). Noyes (2001) lista 569 espécies (cerca de 120 gêneros) com registro na região neotropical e 141 (57 gêneros) no Brasil; mas as espécies neotropicais são ainda pouco estudadas.

Eulophidae apresenta diversos hábitos de parasitismo, havendo parasitoides de ovos, larvas e pupas de mais de 10 ordens de insetos (solitários, gregários, idiobiontes, cenobiontes, ectoparasitoides e endoparasitoides, sem predominância de nenhuma dessas estratégias), inclusive aquáticos e holometábolos adultos, predadores de ootecas de Arachnida e até mesmo de nematóides (LaSALLE e SCHAUFF, 1995). No entanto, há uma preferência por hospedeiros, predominando aqueles cujas larvas são abrigadas em galhas, minas ou caules, especialmente das ordens Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera.

Gêneros de Eulophidae utilizados em controle biológico incluem *Diglyphus* Walker, 1844 (controlador de Diptera, Agromyzidae), *Melittobia* Westwood, 1847 para controle de espécies de Coleoptera e Diptera, *Euplectrus* Westwood, 1832 (controlador de larvas de Lepidoptera), *Pediobius* Walker, 1846 sob *Epilachna varivestis* Mulsant (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysocharis* Förster, 1856

(controlador de Diptera, Lepidoptera e Hymenoptera), e *Tetrastichus* Haliday, 1844. Este último inclui a espécie *T. giffardianus* Silvestri, 1915, que foi introduzida no Brasil na década de 1930 para controle da mosca-das-frutas *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (COSTA et al., 2005).

A família Mymaridae inclui 103 gêneros e 1.424 espécies (NOYES, 2003). Huber (1995) afirma que a maior diversidade de gêneros ocorre na Austrália, Nova Zelândia e América do Sul, principalmente em florestas tropicais úmidas. Yoshimoto (1990) reconhece 59 gêneros e subgêneros na revisão de gêneros que realizou na região neotropical. De Santis (1980) lista para o Brasil 15 espécies, todas parasitoides de Hemiptera, exceto por *Gonatocerus nigriflagellum* (Girault, 1914), que é parasitoide de Pyralidae (Lepidoptera).

Todas as espécies de Mymaridae são parasitoides internos, solitários ou gregários de ovos de outros insetos. Registros disponíveis sugerem que parasitam ovos em condições inconspícuas, tais como aquelas embutidas em tecidos vegetais, localizados sob brácteas ou no solo (HUBER, 1986). Hospedeiros são, primariamente, Hemiptera, embora Psocoptera, Coleoptera, Orthoptera e Diptera serem também utilizados (GIBSON, 1993). Gêneros importantes desta família incluem *Anagrus* Haliday, 1833 e *Anaphes* Haliday, 1838 para controle biológico de coleópteros das famílias Cicadellidae e Chrysomelidae, respectivamente.

Os indivíduos da família Bethylidae são ectoparasitoides de larvas de lepidópteros e, principalmente, de coleópteros que vivem em ambientes crípticos (EVANS, 1964). Esse grupo é cosmopolita, mas a maior parte das espécies ocorre nas regiões tropicais (AZEVEDO, 1999). Gordh e Moczar (1990) catalogaram cerca de 1.800 espécies de Bethylidae para o mundo. Considerando algumas descrições de espécies posteriores a essa data, a fauna mundial de Bethylidae deve ter aproximadamente 1.900 espécies conhecidas. Terayama (1997) listou 83 gêneros de Bethylidae para o mundo, e a região neotropical tem 27 gêneros e 524 espécies citadas. O mesmo autor cita para o Brasil 21 gêneros e 127 espécies de Bethylidae.

Os betilídeos de maior importância econômica da região neotropical são duas espécies afrotropicais - *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1960 (vespa-do-Togo) e *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (vespa-da-Uganda) - que foram introduzidas no Brasil para o controle da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) (AZEVEDO, 1999).

### 2.3.1.2 Constância e Dominância dos himenópteros parasitoides

Na safra 2008/2009, as famílias Agaonidae, Aphelinidae, Eupelmidae, Torymidae, Figitidae e Evaniidae foram classificadas como acessórias; Crabronidae, Megaspilidae, Drynidae e Proctotrupidae foram acidentais. As demais famílias foram consideradas constantes. Em termos de dominância, verificou-se que Eucoilidae, Braconidae, Ichneumonidae e Scelionidae foram eudominantes; Ceraphronidae, Encyrtidae, Eulophidae, Mymaridae e Diapriidae foram subdominantes; Bethylidae foi dominante; e as demais famílias foram todas consideradas recessivas ou raras (Tabela 1).

Já na safra 2009/2010, em relação à constância das famílias nessa safra, apenas Tiphidae, Megaspilidae, Eucharitidae, Signiphoridae, Trichogrammatidae, Drynidae e Figitidae foram consideradas acessórias e Agaonidae e Aphelinidae acidentais, as demais famílias foram todas constantes. Em termos de dominância, verificou-se que Eucoilidae, Braconidae e Ichneumonidae foram classificadas como eudominantes; Encyrtidae e Scelionidae foram dominantes; Eulophidae, Mymaridae, Bethylidae, Platygastriidae e Diapriidae, subdominantes; e as famílias restantes foram todas classificadas como recessivas ou raras.

Com base nos dados acima referidos, infere-se que as três famílias amostradas que foram mais representativas quando associadas a tabaco convencional, Ichneumonidae, Braconidae, e Eucoilidae são também as mais importantes em termos de Constancia, estando presentes durante todo o período de cultivo avaliado. Também, essas famílias apresentam dominância em relação às demais, além de uma distribuição espacial mais homogênea (Anexo 1), estando presentes tanto fora quanto no interior da lavoura, o que demonstra o alto grau de adaptação ao ambiente de produção de tabaco.

### 2.3.1.3 Índices Faunísticos

Através dos dados obtidos na análise dos índices faunísticos observa-se que, apesar de o maior número de indivíduos e de famílias ter sido registrado na safra

2009/2010, o Índice de Shannon correspondeu a 2,27, valor inferior ao registrado para a safra 2008/2009 (2,40) (Tabela 2). No entanto, não se pode inferir que a safra 2008/2009 foi mais diversa, haja vista que tais valores não são numericamente muito diferentes.

Tabela 2 – Análise faunística e índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade em lavoura convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010.

	2008/2009	2009/2010
<b>Famílias</b>	27	31
<b>Indivíduos</b>	1.232	6.681
<b>Shannon</b>	2,40	2,27
<b>Simpson</b>	0,87	0,85
<b>Equitabilidade</b>	0,73	0,66

O índice de Equitabilidade, que mede o padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, aqui consideradas em nível de família, correspondeu a 0,73 na primeira safra e a 0,66 na segunda safra, indicando que em ambos os períodos de estudo um número considerável de famílias contribuiu com a contagem total de indivíduos.

No entanto, a diminuição no valor obtido para equitabilidade na safra 2009/2010 revela que a distribuição dos indivíduos dentro das famílias foi menos homogênea que na primeira safra, com cinco famílias das 31 amostradas correspondendo a 76% do total de insetos coletados. A diferenciação das áreas de estudo e condições climáticas com chuvas excessivas no final da última safra podem ter favorecido as espécies (grupos) mais adaptados, e também contribuído para a diminuição nos índices registrados.

Santos (2007) verificou que a diversidade estimada pelo índice de Shannon-Wiener em área de mata-de-cipó correspondeu a 2,08 e o índice de Equitabilidade foi de 0,71; e esses mesmo índices corresponderam a 1,96 e 0,64, respectivamente, em área de cultura cafeeira. Comparando-se com os valores obtidos no presente trabalho em cultivo de tabaco, observa-se que os índices foram próximos aos obtidos em área de mata-de-cipó, e os valores absolutos foram ligeiramente superiores na safra 2008/2009.

### 2.3.2 Distribuição espacial de himenópteros parasitoides

Verificou-se que a distribuição espacial do total de himenópteros parasitoides associados a cultivo convencional de tabaco em ambas as safras de estudo foi semelhante (Figura 6), com o ponto de amostragem “Fora” com a maior representatividade quanto ao número de indivíduos amostrados (Anexo 1).

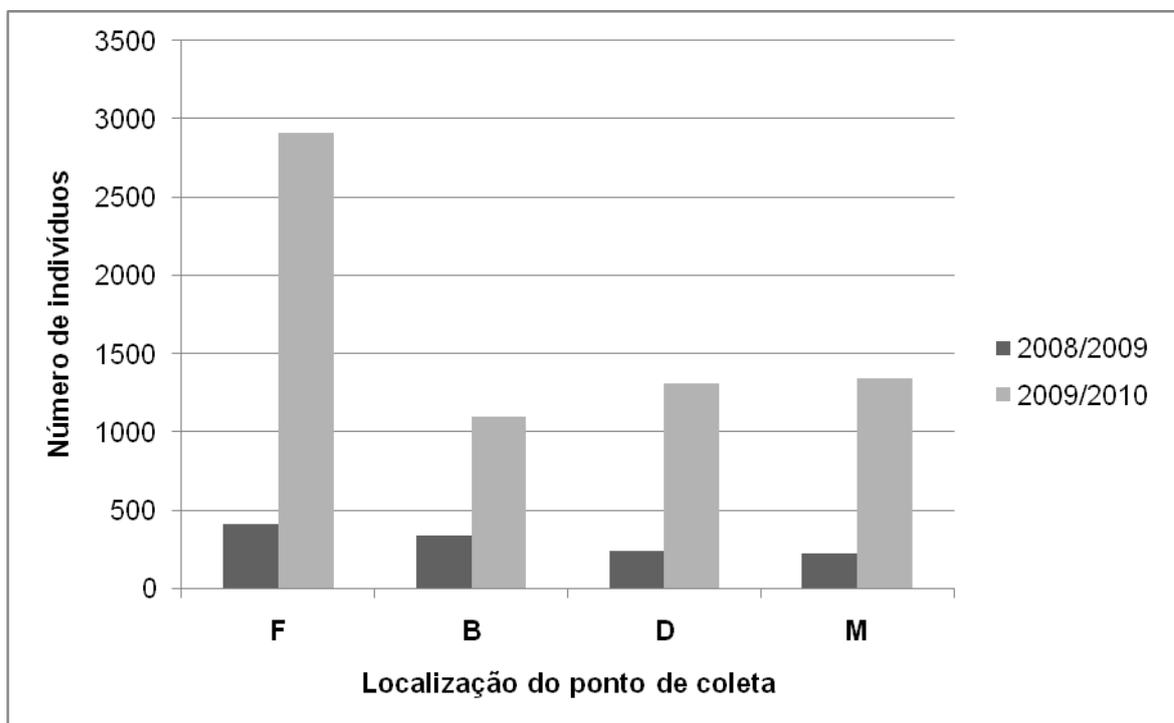


Figura 6 – Distribuição do total de himenópteros parasitoides coletados em lavouras convencionais de tabaco por ponto de coleta (F: Fora; B: Borda; D: Dentro; M: Meio). Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010.

Observa-se que o número de insetos coletados na safra 2009/2010 foi aproximadamente cinco vezes maior do que o total amostrado na safra 2008/2009. A principal diferenciação entre as duas áreas de cultivo de tabaco utilizadas em cada safra de estudo foi a presença de vegetação adjacente mais abundante e diversa na safra 2009/2010, com espécies arbóreas e arbustivas de médio e grande porte, enquanto na área da safra 2008/2009 tal vegetação adjacente era composta basicamente por gramíneas. Assim, a presença de uma vegetação adjacente mais densa e diversa próxima à lavoura utilizada na segunda, além de fatores climáticos,

safra pode ter contribuído tanto para o aumento desse total quanto para um maior aporte de insetos parasitoides nas áreas de entorno da lavoura.

As famílias que apresentaram maiores abundâncias foram analisadas quanto à sua distribuição nos pontos de coleta em cada safra (Figuras 7 e 8).

Mymaridae destaca-se por apresentar padrão de distribuição com o ponto “Fora” sendo o de maior concentração de indivíduos amostrados, e com diminuição gradual quanto mais no interior da lavoura esteve localizado o ponto de coleta. Isto também foi verificado para as famílias Eulophidae e Encyrtidae na safra 2008/2009.

Já na safra 2009/2010, o padrão de distribuição de Mymaridae e Eulophidae foi semelhante ao apresentado na safra anterior, porém com maior número de indivíduos amostrados.

Espécimes de Mymaridae são, predominantemente, parasitoides de ovos, (HUBER, 2006), mas somente um quarto dos gêneros dessa família apresentam também registros de associações com seus hospedeiros, que são, mais comumente, hemipteros Auchenorrhyncha, mas Coleoptera, Psocoptera, Diptera e Orthoptera também são atacados (HUBER, 1986).

Segundo Triapitsyn (2002), a falta de trabalhos taxonômicos em nível específico sobre Mymaridae tem impedido seu uso em programas de controle biológico. Dentre os grupos já estudados dessa família, espécies do gênero *Anagrus* são importantes parasitoides de ovos de vários insetos-praga (TRIAPITSYN e BEARDSLEY, 2000). No entanto, a identificação desses insetos é difícil devido ao seu tamanho diminuto (<2mm).

Triapitsyn, Querino e Feitosa (2008) citam que, apesar de serem importantes para o controle biológico e serem abundantes entre os insetos coletados em levantamentos faunísticos, o conhecimento sobre a diversidade de Mymaridae no Brasil ainda é muito limitado.

A espécie *Anaphes nitens* (Girault, 1928) (Hymenoptera, Mymaridae) se mostrou efetiva no controle de populações dos coleópteros *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 e *G. gibberus* Boisduval 1835 (Curculionidae), insetos desfolhadores de várias espécies de *Eucalyptus* (SANCHES, 2000). Uma vez que a ocorrência de Mymaridae se mostrou concentrada em local exterior à lavoura, no ponto “Fora”, cuja área de bordadura era composta por vegetação arbustiva e arbórea e também *Eucalyptus*, sugere-se alguma relação entre o local preferencial dos indivíduos desse grupo com a disponibilidade de hospedeiros preferenciais.

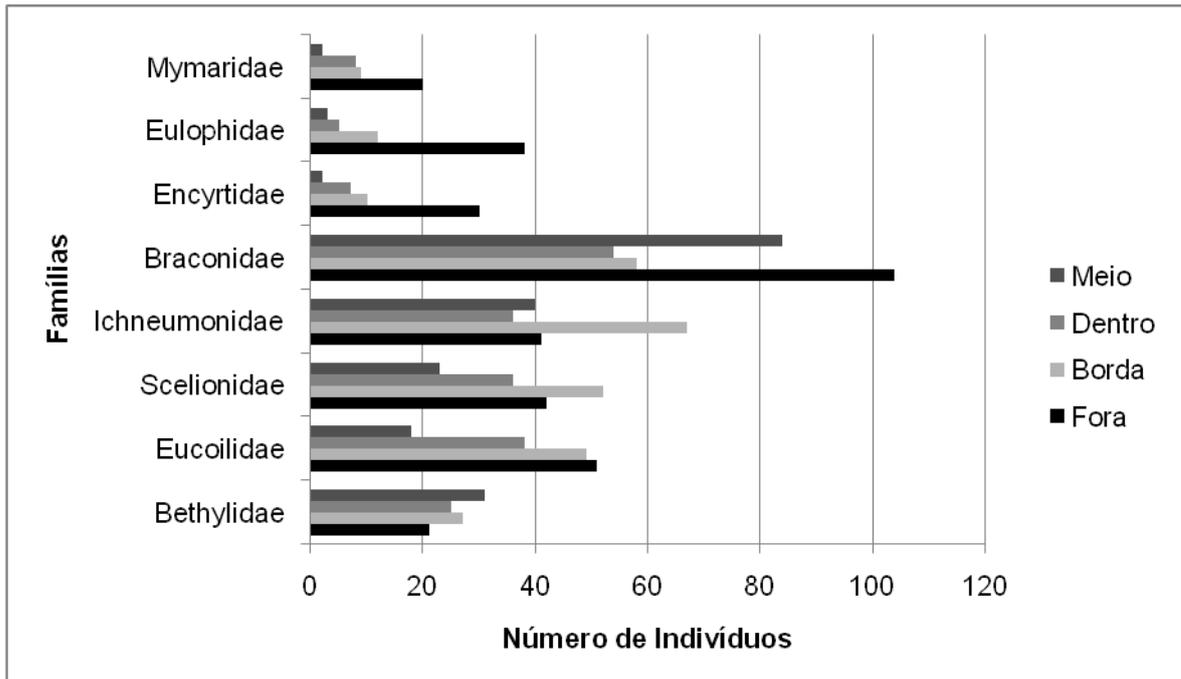


Figura 7 – Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco por localização do ponto de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2008/2009.

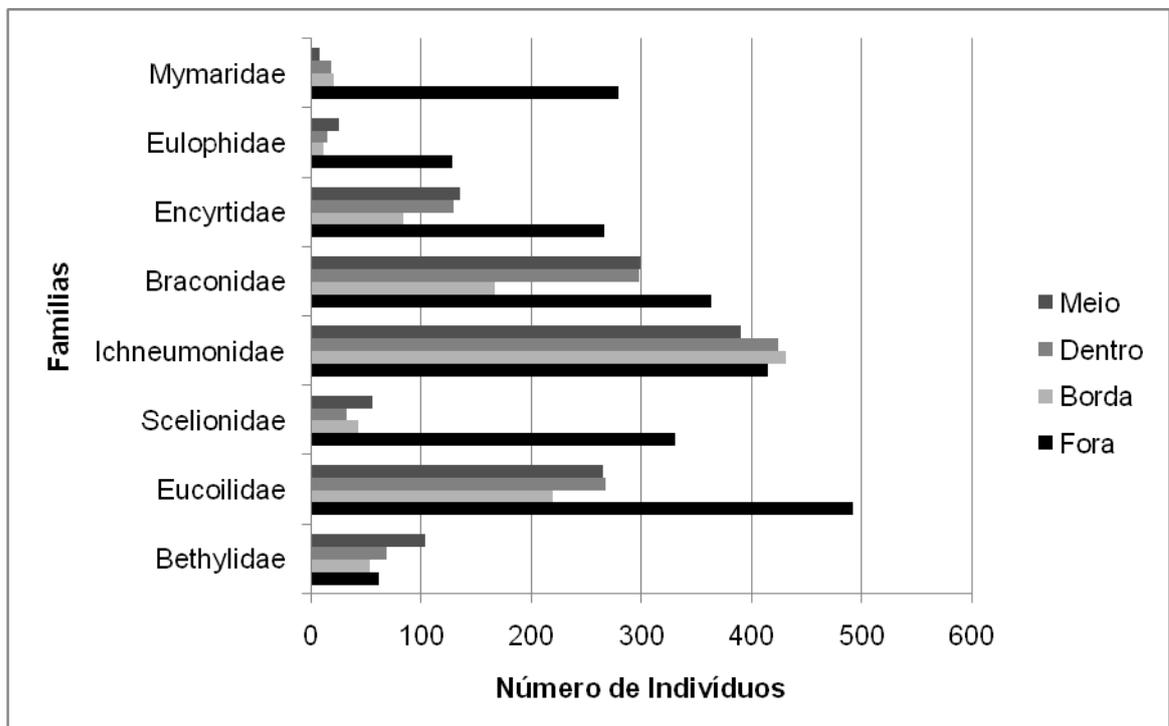


Figura 8 – Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco por localização do ponto de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010.

Já a família Eulophidae é uma das que apresentam maior número de espécies dentro de Chalcidoidea e a falta de revisões dos gêneros e espécies neotropicais torna muito difícil a identificação de suas espécies (PERIOTO e TAVARES, 1999). Os mesmos autores mencionam que eulofídeos tem uma biologia bastante variada, o que resulta em uma ampla gama de associações inter e intra-específicas com táxons como Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera e até mesmo ácaros.

No Brasil, há registros de eulofídeos associados à larva minadora-dos-citros, *P. citrella* no Estado do Rio Grande do Sul, fazendo parte do complexo de parasitoides dessa praga, comum da citricultura (FOELKEL et al., 2009). Dentre os gêneros utilizados em controle biológico, o eulofídeo *Diglyphus* Walker, 1844 é o mais representativo para o controle de *Liriomyza* Mik, 1894 (Diptera, Agromyzidae), que constitui uma das principais pragas em plantas ornamentais e hortícolas em todo o mundo (GONÇALVES e ANUNCIADA, 2001).

A família Encyrtidae apresentou aumento considerável no número de indivíduos amostrados no interior da lavoura, quando comparadas as duas safras, sendo todos os exemplares pertencentes a uma espécie ainda não identificada, pertencente ao gênero *Copidosoma* Ratzeburg, 1844. Este resultado corrobora com trabalho de Periotto et al. (2002b) em cultura de algodão, observando que dos Encyrtidae coletados, 94,18% também pertenciam a uma única espécie desse mesmo gênero.

Espécies do gênero *Copidosoma* são importantes em controle biológico, pois são parasitoides poliembriônicos de larvas de Lepidoptera. Nessas, o ovo depositado divide-se em uma cadeia de células irregulares e ramificadas, cada uma delas tornando-se um embrião separado. As larvas endoparasitas resultantes desses embriões consomem a larva hospedeira e empupam dentro do que restou da larva, com os adultos emergentes sendo todos do mesmo sexo (GIBSON, 1993). Assim, a ocorrência de espécimes desse gênero associadas a cultivo convencional de tabaco, tanto fora quanto no interior da lavoura mostra o potencial para sua utilização no controle biológico. Silva (2005) menciona que a espécie *Copidosoma koehleri* Blanchard, 1940 tem sido utilizada para controle biológico da “traça-da-batata” *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) que tem como hospedeiro alternativo principal a planta de tabaco. Assim, destaca-se a importância de estudos mais

aprofundados sobre biologia e ecologia desses microhimenópteros dentro do contexto da cultura.

Braconidae apresentou o mesmo padrão de distribuição por localização do ponto de coleta em ambas as safras, com baixa ocorrência de indivíduos na borda da lavoura. Apesar desse grupo ter uma diversidade expressiva de espécies e ampla distribuição, a concentração de braconídeos fora e no meio da lavoura possivelmente é explicada pela ocorrência de seus hospedeiros principais, como lagartas.

A família Ichneumonidae apresentou ocorrência concentrada no ponto de amostragem localizado na borda da lavoura na safra 2008/2009 e distribuição homogênea em todos os pontos de amostragem na safra 2009/2010. Segundo Porter (1980), algumas espécies de Ichneumonidae parasitam apenas um gênero ou espécie de hospedeiro mas, na sua maioria, icneumonídeos são troficamente flexíveis, podendo uma determinada espécie utilizar hospedeiros de muitos gêneros, famílias e até mesmo ordens distintas. Essa plasticidade na seleção de hospedeiros favorece sua ampla distribuição. Também, fatores que contribuem para a ampla distribuição geográfica do grupo incluem a capacidade de voar grandes distâncias, adaptando-se a uma ampla variedade de condições ambientais. Ainda, várias espécies têm vasta distribuição latitudinal e altitudinal, demonstrando tolerância a fatores ecológicos variados, em especial a extremos térmicos (PORTER, 1980).

Foi observado que Scelionidae teve ocorrência mais expressiva no ponto de coleta localizado na borda da lavoura na safra 2008/2009 e, na safra 2009/2010, além de apresentar número de indivíduos coletados três vezes maior que na safra 2009/2010, Scelionidae teve distribuição diferenciada com maior concentração de indivíduos no ponto “Fora”. Portanto, infere-se que a presença de área de vegetação adjacente contribui para o aumento da quantidade de scelionídeos coletados, porém estes apresentam baixo papel controlador efetivo no interior da lavoura, uma vez que o número de parasitoides desta família amostrados no ponto “Meio” foi seis vezes menor do que o amostrado no ponto “Fora” na safra 2009/2010.

A família Eucilidae apresentou diminuição gradual no número de indivíduos amostrados no sentido “Fora-Meio” da lavoura na safra 2008/2009, com os pontos “Fora” e “Borda” apresentando aproximadamente o mesmo número de indivíduos amostrados, possivelmente devido ao fato de a área próxima à borda da lavoura ser composta por espécies gramíneas, em ambiente de pastagem, e maior quantidade

de dípteros, hospedeiros preferenciais de eucoilídeos, estarem localizados nesse ambiente. Já na safra 2009/2010, observou-se, além do expressivo número de indivíduos amostrados no ponto “Fora” da lavoura, a ocorrência maior de eucoilídeos nos pontos “Dentro” e “Meio”, sugerindo que a presença de vegetação adjacente à lavoura contribui para o aumento do número de eucoilídeos amostrados, potencializando sua dispersão para o interior da lavoura.

A família Bethylidae apresentou padrão de distribuição similar entre as duas safras e áreas de estudo, com distribuição homogênea e tendência de concentração no sentido “Fora-Meio” da lavoura. Espécimes desse grupo são ectoparasitoides de Lepidoptera e Coleoptera de vida livre que vivem em situações crípticas, como casca ou troncos de árvores (brocadores), solo ou grãos (ASHMEAD, 1893; EVANS 1964). Existem gêneros de Bethylidae também associados com besouros mirmecófilos (EVANS, 1961), bem como citações de ocorrência de suas espécies em ninhos de formigas (ASHMEAD, 1893; BRUCH, 1916; EVANS, 1961; 1964; WASMANN, 1899), o que contribui para sua dispersão no ambiente da lavoura de tabaco, haja vista a ocorrência expressiva de Formicidae.

Espécies de Bethylidae, estudadas para controle biológico incluem *Cephalonomia stephanoderis* e *Prorops nasuta*, consideradas eficientes no controle biológico da broca-do-café (*H. hampei*) (LACHAUD, HARDY e LACHAUD, 2002). Para o Estado do Rio Grande do Sul, foram realizadas apenas amostragens esporádicas sobre a fauna de Bethylidae (AZEVEDO, 1999), demonstrando a necessidade de se inventariar esse grupo de insetos.

### 2.3.3 Distribuição temporal de himenópteros parasitoides

As análises da distribuição temporal dos himenópteros parasitoides coletados nas safras 2008/2009 e 2009/2010, de novembro a dezembro possibilitam inferir que a maior quantidade de himenópteros parasitoides associada a cultivo convencional de tabaco ocorreu entre a segunda e a terceira semana do mês de dezembro, nas coletas IV e V (Figura 9).

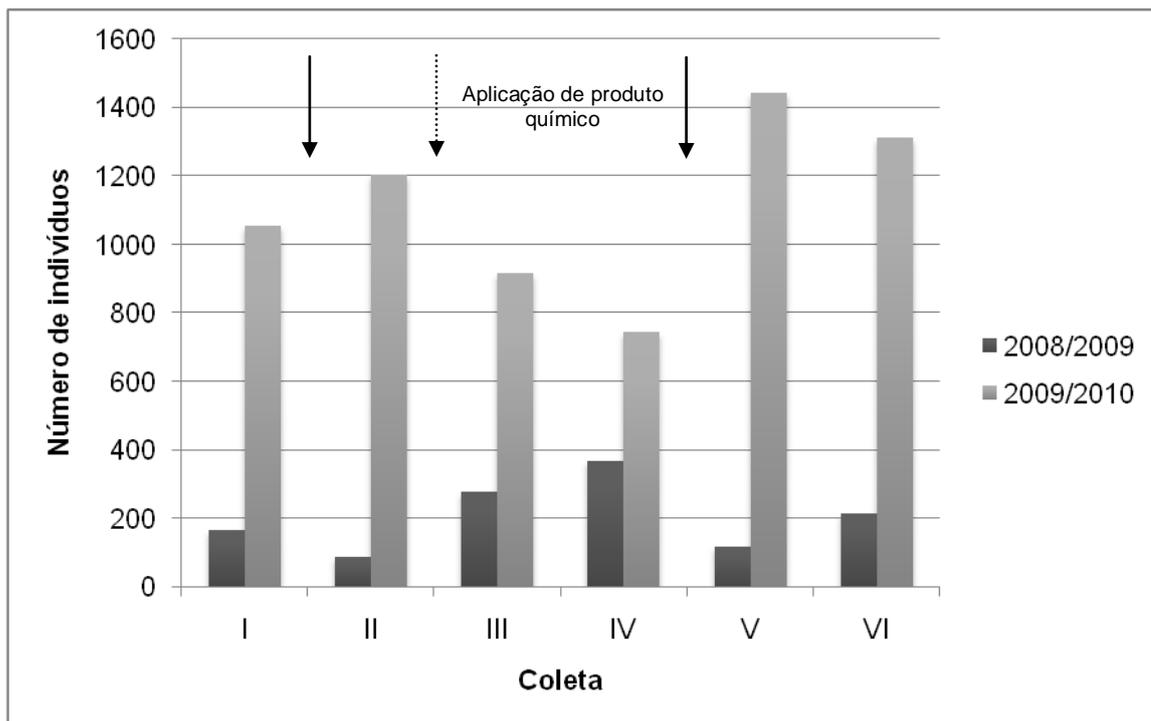


Figura 9 – Distribuição de himenópteros parasitoides amostrados em lavoura convencional de tabaco nas safras 2008/2009 e 2009/2010 por data de coleta. (I) 20.11.2008 e 23.11.2009; (II) 28.11.2008 e 30.11.2009; (III) 05.12.2008 e 07.12.2009; (IV) 14.12.2008 e 14.12.2009; (V) 22.12.2008 e 21.12.2009; (VI) 29.12.2008 e 28.12.2009. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010. (→) Aplicação de produto químico na safra 2008/2009; (→) Aplicação de produto químico na safra 2009/2010.

Foram amostrados 367 indivíduos parasitoides na coleta IV da safra 2008/2009 (14.12.2008), e na coleta V da safra 2009/2010 (21.12.2009) foram amostrados 1.443 himenópteros parasitoides (Anexo 2), valores estes que correspondem à maior abundância nas respectivas safras. O fato de que a safra 2009/2010 teve um atraso de uma semana no processo de transplante e, portanto, no ciclo da cultura em campo, em comparação com a safra 2008/2009, pode ter contribuído para a diferença entre picos de ocorrência de famílias parasitoides, bem como as condições climáticas, de modo que, caso não houvesse tal atraso no processo de produção, a maior abundância de parasitoides possivelmente teria sido na segunda semana de dezembro em ambas as safras.

Por ser cultivo convencional, a utilização de agroquímicos ao longo do processo produtivo tem efeito sobre as populações de pragas e seus inimigos naturais. Segundo Yamamoto e Bassanezi (2003), quando se faz uma pulverização no agroecossistema, pode-se levar à morte não somente a praga-alvo, mas também outros organismos, entre os quais os inimigos naturais das pragas.

Analisando a tendência geral de distribuição dos parasitoides por data de coleta, verificou-se que na safra 2008/2009 a aplicação à base de imidaclopride realizada entre as semanas de coletas I e II, e novamente entre as coletas IV e V resultou em diminuição das populações de parasitoides, sendo o mesmo verificado para a safra 2009/2010, cuja única aplicação foi realizada entre as semanas de coleta II e III. A tendência geral de recuperação desses grupos de insetos, no entanto, é notável nas semanas que se seguem após a aplicação. Produtos à base de imidaclopride são inseticidas do grupo dos neonicotinóides, registrados em mais de 70 países para aplicação foliar, via solo e também para tratamento de sementes (NAUEN et al., 1998) e utilizados para controle de afídeos, mosca-branca e cigarrinhas em diversas culturas.

Também, verificou-se que o mês de dezembro de 2009 e início de janeiro de 2010 foram marcados por períodos chuvosos que contribuíram para a diminuição do número de indivíduos parasitoides amostrados e, no dia 04 de janeiro de 2010 a precipitação correspondeu a 93 mm, ocasionando cheia do Rio Pardinho (próximo 200 m da área da lavoura), que culminou com a destruição total do plantio na área de estudo.

Perioto et al. (2002b) observaram drástica redução da população de himenópteros parasitoides após a aplicação de inseticida em cultura de algodão, com a comunidade de inimigos naturais apresentando sinais de recuperação na semana seguinte à aplicação. Esses resultados corroboram com os obtidos no presente trabalho, onde é observada redução no número de parasitoides amostrados após as aplicações, e recuperação nas semanas seguintes.

Este padrão de desenvolvimento populacional de himenópteros parasitoides coletados também foi verificado quando da análise das principais famílias associadas a cultivo de tabaco (Figuras 10 e 11).

Observa-se que as famílias Braconidae, Ichneumonidae e Eucilidae apresentam mesmo padrão de distribuição temporal, com declínio no número de indivíduos amostrados após as semanas de coleta I e IV na safra 2008/2009, e após a coleta II na safra 2009/2010, porque foram as mais presentes dentro da lavoura, coincidindo com os momentos de aplicação de produto químico.

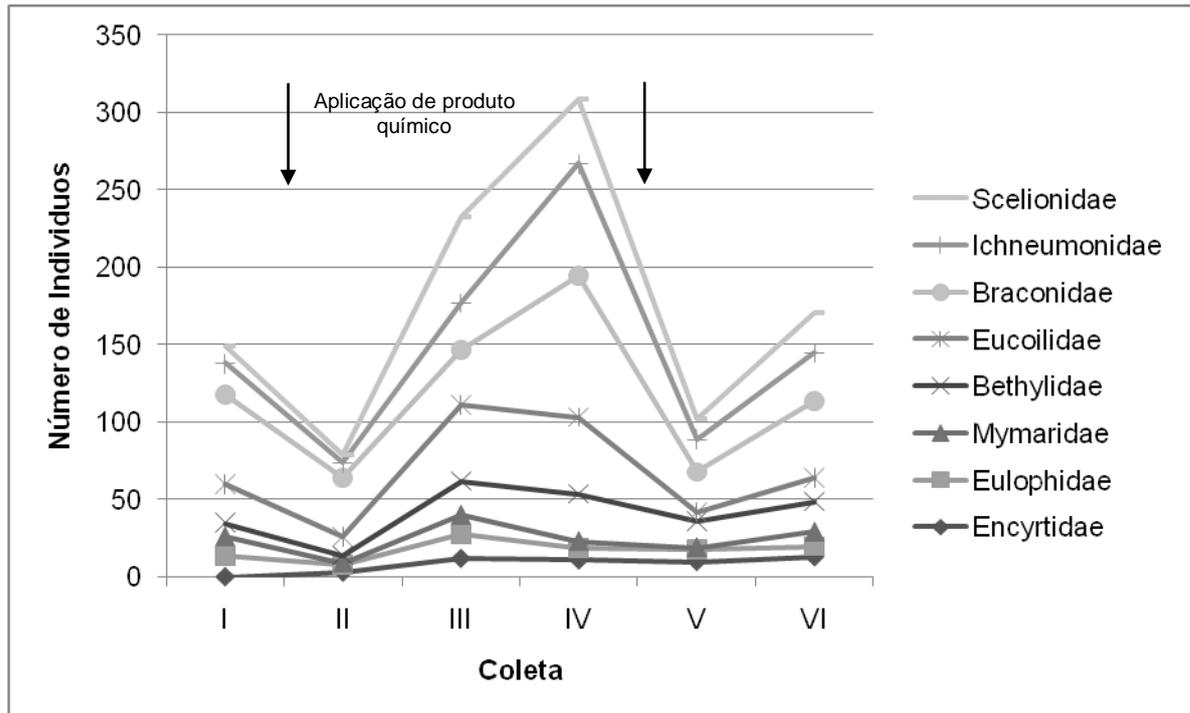


Figura 10 – Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco na safra 2008/2009 por data de coleta. (I) 20.11.2008; (II) 28.11.2008; (III) 05.12.2008; (IV) 14.12.2008; (V) 22.12.2008; (VI) 29.12.2008.

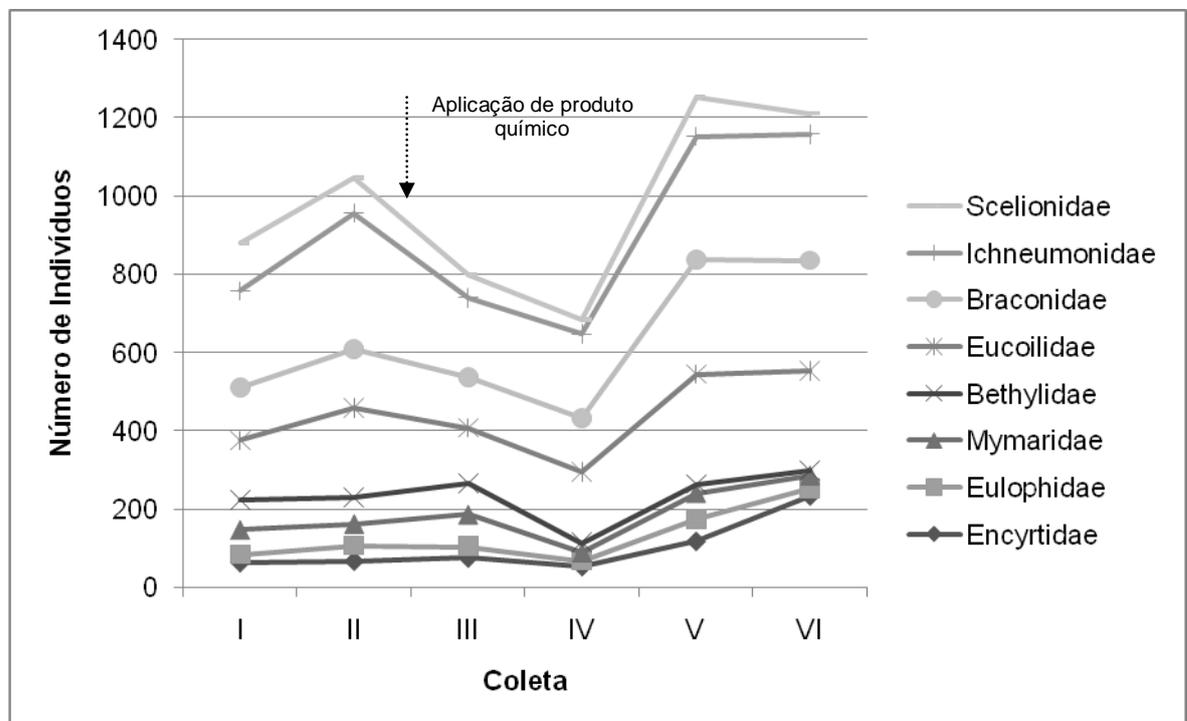


Figura 11 – Distribuição das principais famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura convencional de tabaco na safra 2009/2010 por data de coleta. (I) 23.11.2009; (II) 30.11.2009; (III) 07.12.2009; (IV) 14.12.2009; (V) 21.12.2009; (VI) 28.12.2009.

A família Encyrtidae manteve e/ou aumentou o número de indivíduos amostrados durante todas as semanas de coleta na safra 2008/2009, independente da aplicação ou não de produtos químicos, e na safra 2009/2010 apresentou queda no número de indivíduos amostrados, porém com menor intensidade que outras famílias.

Muitas características biológicas dos inimigos naturais podem afetar sua suscetibilidade a inseticidas, como a idade, o tamanho e, principalmente, seu estágio de desenvolvimento. A maior tolerância em determinado estágio pode advir de fatores fisiológicos ou de características comportamentais e, nesse sentido, parasitoides de ovos se mostram particularmente promissores por apresentarem certa proteção a inseticidas, uma vez que todos os estágios imaturos desses insetos se desenvolvem sob a proteção do córion do ovo do hospedeiro. Essa estrutura representa uma barreira à penetração de muitos inseticidas (PARRA et al., 2002) e, conseqüentemente, contribui para a sobrevivência dos insetos em casos de aplicações químicas.

Como mencionado anteriormente, os indivíduos amostrados dessa família pertencem ao gênero *Copidosoma*, parasitoides de ovos de Lepidoptera, e a tendência de aumento na quantidade de Encyrtidae amostrados se deve, possivelmente, à presença de hospedeiros no interior da lavoura.

#### 2.3.4 Conservação de inimigos naturais e efeito seletivo de inseticidas

Segundo Batista Filho et al. (2003), a conservação e a utilização de agentes de controle biológico dentro dos agroecossistemas estão dentre as principais estratégias adotadas no manejo integrado de pragas. Em ambos os casos, deve-se conhecer a ação dos produtos fitossanitários de origem química sobre o inimigo natural e, a partir daí, determinar a seletividade/compatibilidade. Ainda, estudos envolvendo a seletividade de defensivos químicos a parasitoides e predadores contribuem para auxiliar na escolha do produto fitossanitário mais adequado.

Aplicações de produtos fitossanitários de alta toxicidade e largo espectro de ação estão sendo reconhecidas por diversos autores como a principal causa de desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, provocando fenômenos como

ressurgência de pragas, aumento de pragas secundárias e seleção de populações de insetos resistentes (NAKANO, 1986; GERSON e COHEN, 1989). Neste sentido, a seletividade nos programas de MIP é um conceito importante no momento da escolha do defensivo ou da maneira de aplicá-lo para preservar os inimigos naturais, espécies inofensivas e outros organismos benéficos que convivem no agroecossistema. A atribuição que o MIP delega aos produtos fitossanitários é manter as pragas em níveis abaixo daqueles que causam danos econômicos sem suprimir totalmente os insetos-praga, com raras exceções, pois a população “residual” da praga serve para a preservação dos inimigos naturais (YAMAMOTO e BASSANEZI, 2003).

O desenvolvimento de moléculas inseticidas com maior seletividade a organismos não-alvos (OMOTO, 2000) se mostra necessário para a conservação das populações de parasitoides associadas nativamente ao cultivo convencional de tabaco, de modo que a associação dos métodos químicos e biológicos de controle de pragas possa ser utilizada de maneira responsável do ponto de vista ambiental, mas garantindo maior economia nos custos de produção.

Insetos pertencentes às demais famílias reagiram negativamente à aplicação de produtos, o que é importante do ponto de vista do controle biológico e manejo integrado de pragas, e abre perspectivas para estudos que verifiquem a seletividade dos agroquímicos utilizados sobre as populações de parasitoides em cultivo convencional de tabaco.

Os resultados obtidos neste trabalho quanto à fauna de parasitoides associada a cultivo de tabaco contribuem para uma visão abrangente da biodiversidade de inimigos naturais nativos a essa cultura, além de apresentar um dos primeiros registros do impacto que a aplicação de agroquímicos tem sobre as suas populações. É necessário conservar essa fauna de himenópteros parasitoides e potencializar o efeito controlador que estes insetos têm sobre as pragas associadas à cultura, através de programas de controle biológico por conservação ou aumentativo.

Também, o desenvolvimento de pesquisas que visem o estudo da seletividade dos inseticidas atualmente utilizados na cultura às populações de inimigos naturais, bem como sobre as relações parasitoide-hospedeiro, deve ser incentivado, de modo que um manejo integrado de pragas, unindo controle químico e biológico, seja efetivamente implantado no futuro.

## 2.4 CONCLUSÕES

- Ichneumonidae, Braconidae, Eucoilidae, Encyrtidae e Scelionidae são as famílias mais representativas de himenópteros parasitoides associados a cultivo convencional de tabaco em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, apresentando constância, dominância e distribuição espacial mais homogênea.
- Dentre os quatro pontos de amostragem avaliados (“Fora”, “Borda”, “Dentro” e “Meio”), aquele situado fora da lavoura estudada apresenta maior concentração de himenópteros parasitoides.
- A presença de vegetação adjacente à lavoura possivelmente resulta em maior número de famílias e de indivíduos parasitoides amostrados em tabaco convencional, porém não reflete em aumento nos valores obtidos para os índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade obtidos quando comparando-se as duas safras de estudo.
- Há evidências de que a aplicação de tratamento químico tem impacto negativo sobre as populações das famílias de himenópteros parasitoides, especialmente sobre Scelionidae, Ichneumonidae, Braconidae, Eulophidae, Mymaridae, Bethylidae e Eucoilidae.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHMEAD, W. H. Monograph of the North American Proctotrupidae. **Bulletin of the United States National Museum** 45, p. 472, 1893.

AZEVEDO, C. O. Bethylidae. In C. R. F. Brandão e E. M. Cancelo (eds.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX - vol. 5: invertebrados terrestres**. São Paulo: FAPESP, p. 169-181, 1999.

AZEVEDO, C. O. et al. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica do Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, ES, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 133-137, 2002.

AZEVEDO, C. O. et al. Perfil das famílias de vespas parasitóides (Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa, ES, Brasil. **Boletim do Museu Biológico Mello Leitão**, n. 16, p. 39-46, 2003.

AZEVEDO, C. O.; SANTOS, H. S. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n. 11/12, p. 117-126, 2000.

BATISTA FILHO, A. et al. Manejo Integrado de Pragas em Soja: Impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n. 1, p. 61-67, 2003.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**: individuals, populations and communities. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.

BLUME, R. R. Parasites of Diptera associated with bovine droppings on a pasture in East Central Texas. **Southwestern Entomologist**, v. 11, p. 215-222, 1984.

BRUCH, C. Descripción de los himenópteros mirmecófilos pertenecientes á los Bethyidae. **Physis** 2, p. 19-23, 1916.

CANTO-SILVA, C. et al. Dispersal of the egg parasitoid *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) in tobacco crops. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1A, p. 9-17, 2006.

CARVALHO, J. S. **Aspectos reprodutivos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em condições de laboratório**. 2006. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CERVENKA, V. J.; MOON, R. D. Arthropods associated with fresh cattle dung pats in Minnesota. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 64, p. 131-145, 1991.

COSTA, V. A. et al. Redescoberta de *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae) após 60 anos da sua introdução no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 4, p. 539-541, 2005.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. 3 ed. São Paulo: Vozes, EDUSP, 1978. 474p.

DALL'OGGIO, O. T. et al. Himenopteros parasitóides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 123-129, 2003.

De SANTIS, L. **Catálogo de los Himenopteros Brasileños de la serie Parasitica incluyendo Bethyloidea**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1980. 395p.

EVANS, H. E. A revision of the genus *Pseudisobrachium* in the North and Central America (Hymenoptera, Bethylidae). **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, v. 126, n. 2, p. 211-318, 1961.

EVANS, H. E. A synopsis of the american Bethylidae (Hymenoptera, Aculeata). **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, v. 132, n. 1, p. 1-222, 1964.

FIGG, D.E.; HALL, R.D.; THOMAS, G.D. Insect parasites associated with Diptera developing in bovine dung pats of Central Missouri Pastures. **Environmental Entomology**, n. 12, p. 961-966, 1983.

FOELKEL, E. et al. Predation and parasitism of *Cirrospilus neotropicus* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in laboratory. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 35, n. 2, p. 156-162, 2009.

GAULD, I. D.; BOLTON, B. **The Hymenoptera**. New York: Oxford University, 1988. 331p.

GAZZONI, D. L. et al. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: Embrapa CNPSo (Circular Técnica, 5), 1981. 44p.

GERSON, V.; COHEN, E. Ressurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. **Experimental e Applied Acarology**, v. 6, n. 1, p. 29-46, 1989.

GIBSON, G. A. P. Superfamilies Mymarommatoidea and Chalcidoidea. In: GOULET, H.; HUBER, J. T. **Hymenoptera of the World: an identification guide to families**. Ottawa, Ontario: Centre for Land and Biological Resources Research, p. 570-655, 1993.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1994. 473p.

GONÇALVES, M. A.; ANUNCIADA, M. L. Dinâmica populacional de *Diglyphus isaea* e *D. poppoea* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitóides das larvas mineiras do feijão-verde em estufa, no Algarve (Portugal). **Zapateri Revista Aragonesa de Entomología**, v. 9, p. 75-83, 2001.

GORDH, G.; MOCZAR, L. A catalog of the world Bethylidae (Hymenoptera, Aculeata). **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 46, p. 1-364, 1990.

GOULET, H.; HUBER, J. T. **Hymenoptera of the World: An identification guide to families**. Agriculture Canada, Ottawa, 1993. 696p.

GOUVEA, A. et al. Associação e densidade populacional de ácaros predadores em plantas de erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae) na presença ou na ausência de ácaros fitófagos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 1-6, 2007.

GUEDES, J. V. C.; COSTA, I. F. D. **Pragas e doenças da cultura do fumo**. Santa Maria: Orium, 2006. 88p.

GUPTA, V. K. The parasitic Hymenoptera and biological control of the African Ichneumonidae. **Insect Science and its Application**, v. 12, n. 1-3, p. 9–18, 1991.

HAMMER, O; HARPER, D. A. T; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** v. 4, n. 1, 2001.

HUBER, J. T. Systematics, biology, and hosts of the Mymaridae and Mymarommatidae (Insecta: Hymenoptera): 1758-1984. **Entomography**, v. 4, p. 185-243, 1986.

HUBER, J. T. Mymaridae. In: HANSON, P. E.; GAULD, I. D. (Eds). **The Hymenoptera of Costa Rica**. New York, Oxford University Press, p. 344-349, 1995. 920p.

HUBER, J. T. Review of the described Nearctic species of the *crassicornis* group of *Anaphes* s. s. (Hymenoptera: Mymaridae). **Journal of the Entomological Society of Ontario**, v. 125, p. 3-86, 2006.

IBGE. **Cidades 2007**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em 30 mai.2009.

JAHNKE, S. M. et al. Parasitismo em *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em Pomares de Citros em Montenegro, RS. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 3, p. 357-363, 2006.

KREBS, C. J. **Ecología**: estudio de la distribución y la abundancia. 2. ed. México: Harla, 1985. 753p.

KREBS, C. J. **Ecology**: The experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper e Row, 1978. 678p.

KUEPPER, G.; THOMAS, R. **Organic Tobacco Production**. A publication of ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service. Disponível em <<http://www.attra.ncat.Org/attar-pub/tobacco.html>>. Acesso em 15 out. 2010.

LACHAUD, G. P.; HARDY, I. C. W.; LACHAUD, J. P. Insect gladiators: competitive interactions between three species of bethylid wasps attacking the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Biological Control**, v. 25, p. 231-238, 2002.

LaSALLE, J.; SCHAUFF, M. Eulophidae. In: HANSON, P. E.; GAULD, I. D. (Eds.) **The Hymenoptera of Costa Rica**. Grã-Bretanha: Oxford University Press/ The Natural History Museum. 1995. p. 315-329, 1995. 893p.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology**: A primer on methods and computing. New York: John Wiley, 1988. 337p.

MARCHIORI, C. H.; PENTEADO-DIAS, A. M. Famílias de parasitóides coletadas em área de mata e pastagens no município de Itumbiara, Estado de Goiás. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 897-899, 2002.

MATOS NETO, F. C. et al. Parasitism by *Campoletis flavicincta* on *Spodoptera frugiperda* in corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1077-1081, 2004.

MENEZES, E. L. A. **Controle Biológico**: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. Disponível em: < <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/publicacoes.html>>. Acesso em 15 mai. 2009.

NAKANO, O. Avanços na prática do controle de pragas. **Informação Agropecuário**, v. 12, n. 140, p. 55-59, 1986.

NAUEN, R. et al. Antifeedant effects of sublethal dosages of imidacloprid on *Bemisia tabaci*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 88, n. 3, p. 287-293, 1998.

NOYES, J. S. 2003. Universal Chalcidoidea Database. Disponível em <<http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html>>. Acesso em 29 fev. 2009.

NOYES, J. S. Interactive Catalogue of World Chalcidoidea. CD-ROM: Taxapad, The Natural History Museum, 2001.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Ciências Rurais/Departamento de Defesa Fitossanitária, Santa Maria, RS, 2000, 234p.

OTT, R. **Composição da fauna araneológica de serapilheira de uma área de mata nativa em Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil**. 1997. 93 f. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil, 1997.

PARRA, J. R. P et al. (Eds). **Controle Biológico no Brasil**: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. 609p.

PERIOTO, N. W. et al. Himenópteros parasitóides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 1, p. 41-44, Jan/Mar, 2004.

PERIOTO, N. W.; TAVARES, M. T. Chalcidoidea. In C. R. F. Brandão e E. M. Cancelo (eds). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil**: síntese do

conhecimento ao final do século XX – vol. 5: Invertebrados terrestres. São Paulo: FAPESP, p. 155-168, 1999.

PERIOTO, N. W. et al. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae), no município de Nuporanga, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 185-187, 2002a.

PERIOTO, N. W. et al. A. Himenópteros parasitóides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 165-168, 2002b.

PORTER, C. C. Relaciones zoogeograficas y origen de la fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera) en la Provincia Biogeográfica del Monte del Noroeste Argentino. **Acta Zoologica Lilloana**, v. 31, n. 15, p. 175-252, 1975.

PORTER, C. C. Zoogeografia de las Ichneumonidae Latino Americana (Hymenoptera). **Acta Zoologica Lilloana**, v. 36, p. 5-52, 1980.

REIS JR, R.; SOUZA, O.; VILELA, E. F. Predators impairing the natural biological control of parasitoids. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 3, p. 507-514, 2000.

RIBEIRO, A. E. L. **Análise faunística e ocorrência sazonal de crisopídeos (Neuroptera: Crysopidae) em agroecossistemas da região Sudoeste da Bahia**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

RONQUIST, F. **Morphology, phylogeny and evolution of cynipoid wasps**. Uppsala: Uppsala University, 1994.

SALVADORI, J. R.; SALLES, A. B. Controle Biológico dos pulgões do trigo. In: PARRA, J. R. P et al. (Eds). **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

SANCHES, M. A. Parasitismo de ovos de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 e *Gonipterus gibberus* Boisduval, 1835 (Coleoptera, Curculionidae) por *Anaphes nitens* (Girault, 1928) (Hymenoptera, Mymaridae) em Colombo (Paraná, Brasil). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 67, n. 1, p. 77-82, 2000.

SANTOS, P. S. **Diversidade de himenópteros parasitóides em áreas de mata-de-cipó e cafezais em Vitória da Conquista-BA**. 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2007.

SANTOS, M. C. P. **Diversidade de vespas parasitóides (Hymenoptera: Parasitica) em áreas de cultivo de café (*Coffea arabica*) e em uma área de vegetação nativa localizadas no município de Piatã, Chapada Diamantina, Bahia**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

SEEBOLD, K. et al. Pest Management. In: **Kentucky e Tennessee Tobacco Production Guide 2009**. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id160/id160.pdf>>. Acesso em 15 out. 2010.

SHARKEY, M. J. Family Braconidae. In: GOULET, H.; HUBER, J. T. **Hymenoptera of the World: an identification guide to families**. Ottawa, Ontario: Centre for Land and Biological Resources Research, p. 362-395, 1993.

SILVA, R. F. P. **Da batata ao fumo, 2005**. Disponível em < <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/artigo.asp?id=746>>. Acesso em 15 dez. 2010.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SOUTHERN, P. S. Insect Management in a post-buyout world. In: SMITH, W. D. et al. **Flue-Cured tobacco Information**. North Carolina State University, North Carolina Cooperative Extension Service, Raleigh, NC, 2005, 240p.

SOUZA, L.; BRAGA, S. M. P.; CAMPOS, M. J. O. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em área agrícola de Rio Claro, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 4, p. 465-469, 2006.

SPECHT, A. et al. Ocorrência de *Rachiplusia nu* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) em fumo (*Nicotiana tabacum* L.) no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 705-706, 2006.

SPERBER, F. C. et al. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. **Elsevier: Basic and Applied Ecology**, n. 5, p. 241-250, 2004.

STARY, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** v. 51, n. 1, p. 107-118, 2007.

TERAYAMA, M. Systematics of Bethylidae (Hymenoptera, Aculeata): historical review and current systems. **Annual Report at the Natural History Studies**, v. 2, p. 1-19, 1997.

TOWNES, H. The genera of Ichneumonidae (Part 1). **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 11, p. 1-300, 1969.

TRIAPITSYN, S. V. Species-level taxonomy of Mymaridae (Hymenoptera): current status and implications for biological control of leafhoppers of economic importance. In: Melika, G. e Thuróczy, C. (eds.), **Parasitic Wasps: Evolution, Systematics, Biodiversity and Biological Control**. Agroinform Kiadó e Nyomda Kft. p. 89-94, 2002.

TRIAPITSYN, S. V.; BEARDSLEY, J. W. A review of the Hawaiian species of *Anagrus* (Hymenoptera: Mymaridae). **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v. 34, p. 23-48, 2000.

TRIAPITSYN, S. V.; QUERINO, R. B.; FEITOSA, M. C. B. A new species of *Anagrus* (Hymenoptera: Mymaridae) from Amazonas, Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 6, p. 681-684, 2008.

URAMOTO, K; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 33-39, 2005.

VENCATO, A. Z. et al. **Anuário brasileiro do tabaco 2009**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2009. 152p.

VENZON, M. et al. Controle biológico conservativo. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. (Eds.). **Controle alternativo de doenças e pragas**. Viçosa: EPAMIG, p. 1-22, 2005.

WAHL, D. B.; SHARKEY, M. J. Superfamily Ichneumonoidea. In: GOULET, H., HUBER, J. T. (Ed.). **Hymenoptera of the world: An identification guide to families**. Ottawa: Research Branch. Agriculture Canada Publication, p. 395-442, 1993.

WASMANN, E. Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. **Zoologica**, v. 11, n. 26, p. 1-133, 1899.

WHARTON, R. A., OVRUSKY, S. M., GILSTRAP, F. E. Neotropical (Cynipoidea) associated with fruit-infesting Tephritidae, with new records from Argentina, Bolivia and Costa Rica. **Journal of Hymenoptera Research**, v. 71, p. 102-115, 1998.

YAMAMOTO, P. T.; BASSANEZI, R. B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Laranja**, v. 24, n. 2, p. 353-382, 2003.

YOSHIMOTO, C. M. A **review of the genera of New World Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea)**. Flora e Fauna Handbook n. 7. Sandhill Crane Press, Inc. Gainesville, Florida, EUA, 1990.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia e o controle biológico de pragas. In. PARRA, J. R. P et al. (Eds). **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. Manole, 2002, 609p.

## 3 CAPÍTULO II

# FAUNA DE HIMENÓPTEROS PARASITOIDES E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL EM CULTIVO ORGÂNICO DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM SANTA CRUZ DO SUL, RS

### RESUMO

O controle biológico é uma alternativa para o manejo de pragas em sistemas agrícolas sustentáveis e orgânicos, visto constituir-se num processo natural de regulação do número de indivíduos da população da praga por ação de inimigos naturais ou agentes de controle biológico. Relativo à cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), a falta de estudos básicos e de dados a respeito da composição faunística e taxonômica da biodiversidade de Insecta, especialmente do grupo de inimigos naturais constituído pelos himenópteros parasitoides, inviabiliza e/ou retarda o desenvolvimento de técnicas alternativas para o controle das pragas associadas a essa cultura, principalmente sob manejo orgânico. Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar a fauna de himenópteros parasitoides associada a tabaco manejado organicamente, verificar sua distribuição espacial dentro da área de cultivo e avaliar o impacto da presença de vegetação adjacente sobre as populações de parasitoides. O trabalho foi desenvolvido em uma lavoura de tabaco orgânico, no município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, nas safras 2008/2009 e 2009/2010. Foram determinadas três linhas de amostragem correspondendo a: (1) linha cuja borda possui vegetação adjacente abundante, composta, principalmente, por árvores e arbustos; (2) linha com vegetação adjacente composta por espécies arbustivas e arbóreas nativas de menor porte; e (3) linha sem vegetação adjacente, apenas limitada por outra lavoura de tabaco orgânico. Em cada linha foram determinados três pontos de coleta (“Fora”, “Borda” e “Dentro”), separados por 8 m, nos quais foram instaladas quatro armadilhas tipo *pit-fall* e uma Malaise. As coletas foram realizadas semanalmente no período de 20 de novembro de 2008 a 29 de janeiro de 2009; e de 20 de novembro de 2009 a 28 de janeiro de 2010. Foi coletado

um total de 31.574 himenópteros parasitoides, distribuídos em 10 superfamílias e 33 famílias. Oito famílias corresponderam a, aproximadamente, 87,00% do total coletado, sendo elas: Ichneumonidae (22,80%), Braconidae (20,90%), Eucoilidae (12,90%), Scelionidae (11,60%), Mymaridae (5,50%), Eulophidae (5,00%), Encyrtidae (4,30%) e Bethylidae (4,20%). Foi observado o impacto de área de bordadura composta por espécies vegetais diferentes da cultura principal sobre as populações de himenópteros parasitoide quando da presença de vegetação adjacente, resultando em aumento nos valores dos índices de diversidade, equitabilidade e dominância. Dessa forma, demonstra-se a importância de estudos taxonômicos e faunísticos para que se implementem programas de controle biológico por conservação, utilizando-se da fauna de parasitoides associada a cultivo de tabaco orgânico e a necessidade de futuros estudos que testem a utilização de plantas em corredores de vegetação que se diferenciem da cultura principal, visando contribuir para aumento das populações de inimigos naturais e sua eficácia no controle de pragas.

**Palavras-Chave:** Inimigos naturais, fumo orgânico, efeito bordadura.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica é um sistema de manejo sustentável da unidade de produção agrícola, com enfoque sistêmico que privilegia a preservação ambiental, a agrobiodiversidade, os ciclos biogeoquímicos e a qualidade de vida humana (RICCI, 2006). Segundo Altieri (1999), a produção orgânica oferece diversas vantagens como a viabilidade em pequenas áreas, favorecimento da diversificação produtiva, menor dependência dos insumos externos, eliminação do uso de agrotóxicos e tendência de valorização dos produtos. Esse sistema de produção exclui o uso de fertilizantes químicos, agrotóxicos, além dos reguladores de crescimento e aditivos (CAMPANHOLA e VALARINI, 2001) e baseia-se no uso de esterco animais, rotação de culturas, adubação verde, compostagem e controle biológico de pragas e doenças, buscando manter a estrutura e a produtividade do solo em harmonia com a natureza (ONODY, 2009).

Karnopp (2005) cita que o cultivo orgânico se aproveita dos elementos naturais e da biodiversidade disponíveis nas propriedades e os combina com novas percepções, e que a transição de uma agricultura convencional para a orgânica norteia-se num processo gradual de mudança, através do tempo, nas formas de manejo dos agroecossistemas, tendo como meta a passagem de um modelo agroquímico de produção a um modelo ou estilo de agricultura que incorporem princípios, métodos e tecnologias com base ecológica.

Nesse sentido, a proteção de cultivos agrícolas contra organismos que ocasionalmente são prejudiciais - fitopatógenos, insetos-praga e plantas daninhas - é particularmente levada em consideração pela proposta de desenvolvimento e produção sustentável devido à escala de custos envolvidos e aos efeitos secundários desfavoráveis sobre a cadeia alimentar e equilíbrio biológico (FERRON e DEGUINE, 2005).

A busca por métodos alternativos no controle de pragas agrícolas que sejam compatíveis com os métodos de manejo orgânico e integrado de pragas, como o Controle Biológico, e a utilização de produtos naturais, tem se tornado cada vez mais relevante (ONODY, 2009). Resultados de experimentos delineados para evitar ou reverter as consequências negativas da utilização de agroquímicos e práticas de

manejo em agroecossistemas modernos, indicam que a biodiversidade pode ser usada para melhorar o manejo de pragas (ALTIERI, SILVA e NICHOLLS, 2003).

Nicholls e Altieri (2007) afirmam que a biodiversidade é crucial para as defesas dos cultivos e, quanto mais diversificadas as plantas, os animais e os organismos do solo que ocuparem um sistema agrícola, maior será a diversidade da comunidade de inimigos naturais de pragas que a unidade de produção poderá sustentar. Assim, o desenvolvimento de tecnologias e sistemas agroecológicos que enfatizem a conservação e/ou regeneração da biodiversidade, do solo, da água e de outros recursos é urgentemente necessário para alcançar os desafios socioeconômicos e ambientais da produção agrícola, em especial dentro do contexto de produção orgânica. O aumento da biodiversidade funcional em agroecossistemas é a estratégia-chave ecológica para trazer sustentabilidade à produção (ALTIERI, 1999).

Para usar efetivamente a biodiversidade no Manejo Integrado de Pragas (MIP), é importante entender que o tipo e a abundância da biodiversidade desejáveis na agricultura diferem de um agroecossistema para outro (ALTIERI, 1999). As relações intrínsecas a determinadas culturas em relação aos diferentes níveis tróficos devem ser estudadas em profundidade para que se alcance o entendimento do potencial da biodiversidade no controle de populações que causam danos econômicos.

O conhecimento e a conservação das relações entre os organismos pertencentes a um sistema tritrófico, no caso de um agroecossistema o sistema planta – herbívoro – inimigo natural, servem não somente para manter a dinâmica do ecossistema natural, como também para ser aproveitado economicamente pelo homem no controle de insetos-praga (PANIZZI e PARRA, 1991). Uma vez que a agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada, apóia-se em práticas agropecuárias que promovam a agrobiodiversidade e os processos biológicos naturais, baseando-se no baixo uso de insumos externos, infere-se daí que o controle biológico, em todo o seu contexto, é uma alternativa promissora para o manejo de pragas em sistemas agrícolas sustentáveis, visto constituir-se num processo natural de regulação do número de indivíduos da população da praga por ação dos agentes de mortalidade biótica, os quais são também denominados de inimigos naturais ou agentes de controle biológico (MENEZES, 2006).

A eficiência de qualquer técnica de controle biológico depende do conhecimento das interações ecológicas existentes entre inseto-planta, além do conhecimento da biologia de cada espécie (CAVALCANTE et al., 2008). Desse modo, o conhecimento taxonômico é o primeiro requisito para o desenvolvimento de pesquisas que utilizem determinados táxons de inimigos naturais em um programa de controle biológico de pragas. Uma vez esclarecidas as identificações taxonômicas, abrem-se espaços para o desenvolvimento de estudos em todas as demais áreas biológicas (ZUCCHI, 2002).

A ocorrência natural de parasitoides em cultivos agrícolas é um fator de grande importância para a redução da infestação de pragas. O conhecimento dessa fauna, bem como a conservação do meio ambiente, dos locais de reprodução e das fontes de alimentos, tornam-se imprescindíveis para o sucesso de sua conservação (ONODY, 2009) e potencial aumento na eficácia desses inimigos naturais no controle de insetos-praga.

De acordo com Wratten et al. (2003), um esforço maior tem sido delegado a estudos sobre a ecologia de inimigos naturais de pragas ocorrendo nativamente ou introduzidos a agroecossistemas, visando preservar ou aumentar a eficácia desses inimigos no controle de pragas. Nesse sentido, o controle biológico por conservação ou natural sugere a manutenção dos inimigos naturais nativos aos agroecossistemas através de práticas agronômicas que contribuam para sua conservação e, se possível, a manipulação do ambiente de modo a fornecer condições de sobrevivência e reprodução (abrigo, microclima, pólen, néctar, hospedeiros alternativos, etc) (ONODY, 2009). A presença e a manutenção da vegetação nativa nos agroecossistemas são importantes como forma de manipulação ambiental de sistemas de manejo de espécies-praga (RISCH et al., 1983; ALTIERI e LETOURNEAU, 1984).

Em relação à cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), a falta de estudos básicos (de biologia e de ecologia) e de dados a respeito da composição faunística e taxonômica da biodiversidade de Insecta, especialmente dos inimigos naturais, como os himenópteros parasitoides, inviabilizam e/ou retardam o desenvolvimento de técnicas alternativas para o controle das pragas ocorrentes nessa cultura, principalmente para o manejo orgânico. São conhecidos aspectos taxonômicos e biológicos das principais pragas, mas muito pouco se sabe sobre os inimigos

naturais e suas relações intra e interespecíficas dentro do contexto da cultura do tabaco.

A planta de *N. tabacum* é uma solanácea, com altura variando de 0,90 a 1,50 m, dependendo da variedade. As folhas são elípticas ou oblanceoladas; as flores encontram-se agrupadas ao final dos ramos, possuindo um cálice cilíndrico e esverdeado ou avermelhado na parte superior e os frutos têm formas diferentes e apresentam sementes globulares (LANDONI, 1993).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de tabaco e consolidou sua posição como o maior exportador mundial dessa cultura. O Estado do Rio Grande do Sul corresponde a mais da metade da produção total, sendo o maior produtor entre os Estados do sul do Brasil (VENCATO et al., 2009).

Nessa cultura, o sistema orgânico de produção é considerado, quando comparado com o sistema convencional, inexpressivo em termos de área cultivada e produção em toneladas. No entanto, o cultivo orgânico de tabaco tem sido valorizado pelo setor tabagista, apresentando um nicho de mercado, pois permite o desenvolvimento de técnicas e práticas agrícolas alternativas que podem ser futuramente utilizadas também em lavouras sob manejo convencional.

A produção orgânica de tabaco segue as políticas e normas da legislação brasileira para agricultura orgânica, bem como as diretrizes impostas por órgãos certificadores internacionais que fornecem a 'acreditação' à produção e proveniência do tabaco como orgânico em vistas à comercialização e à exportação. Ainda recente, o cultivo orgânico de tabaco tem por objetivo a obtenção de folhas de alta qualidade sem a utilização de agrotóxicos, fertilizantes sintéticos e outros produtos de síntese química ao longo da cadeia produtiva. Assim, alternativas que não sejam de origem sintética são utilizadas para o controle de pragas e patógenos ocorrentes.

A busca por inimigos naturais e a correta identificação taxonômica dos parasitoides associados nativamente, além da análise da sua distribuição espacial dentro das áreas de cultivo e possível efeito de bordadura, surgem como necessidades para o desenvolvimento de um programa de Controle Biológico por conservação, em especial quando se trata de cultivo manejado organicamente. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a fauna de parasitoides associadas a cultivo orgânico de tabaco em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, avaliando a distribuição espacial e o possível efeito da presença ou ausência de áreas de vegetação adjacente sobre populações de himenópteros parasitoides.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido nas safras 2008/2009 e 2009/2010 em uma lavoura de tabaco (Virgínia) certificada como orgânica, com área de 160 x 85 m, de propriedade da empresa JTI Kannenberg, localizada no distrito industrial de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil (29°47'41.22"S 52°24'49.18"O) (Figura 12). Esta lavoura é inspecionada anualmente e recebe as seguintes certificações: CEE 2092/91 (União Européia) e USA NOP – 7 CFR Part 205 (USA National Organic Program).

### 3.2.2 Metodologia de amostragem

Em ambas as safras foram determinadas três linhas amostrais no sentido fora-dentro da lavoura, com aproximadamente 40 m de comprimento e separadas por mais de 30 m uma da outra (Figura 13). As três linhas correspondem a: (1) linha cuja borda possui vegetação adjacente abundante, com cerca de 10-15 m de largura, composta, principalmente, por árvores de *Eucalyptus* spp. e outros arbustos de médio e grande porte; (2) linha com vegetação adjacente composta por espécies arbustivas e arbóreas nativas de menor porte, correspondendo a, aproximadamente, 3-5 m de largura; e (3) linha cuja vegetação adjacente na safra 2008/2009 foi composta por gramíneas, apenas limitada por outra lavoura de tabaco orgânico; e na safra 2009/2010 com vegetação adjacente composta por plantas de crescimento espontâneo (ervilhaca (*Vicia villosa* Roth), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* Linnaeus) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)).

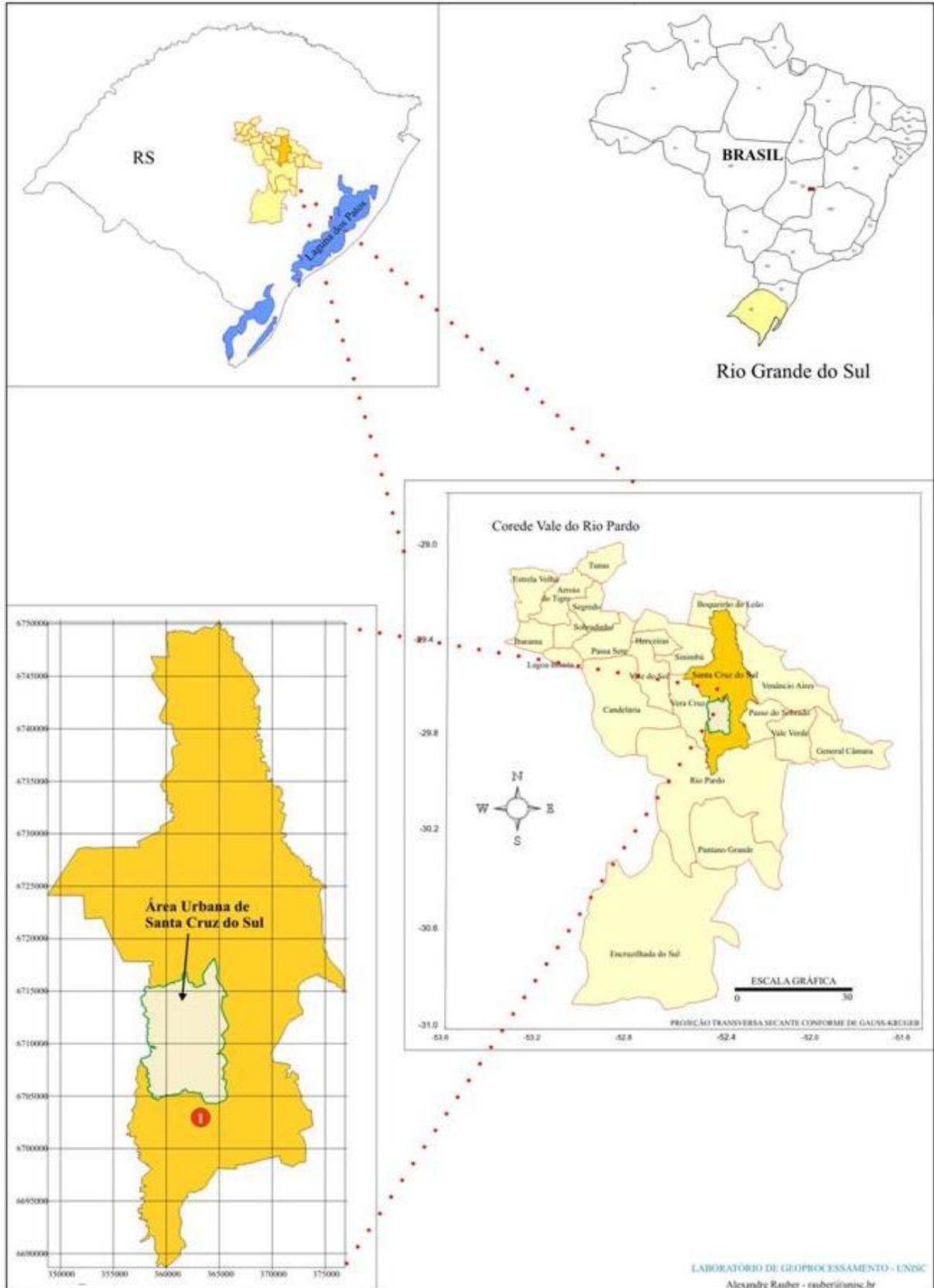


Figura 12 – Localização da área de estudo no âmbito nacional, estadual e municipal. (1) lavoura orgânica de tabaco (*N. tabacum*). Fonte: Modificado de Laboratório de Geoprocessamento da Unisc.



Figura 13 – Croqui da distribuição das linhas de amostragem (L1, L2 e L3) e pontos de coleta Fora (F), Borda (B) e Dentro (D) na lavoura orgânica de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010. Fonte: Modificado de Google Maps.

Em cada linha amostral foram determinados três pontos de coleta (ponto “Fora”, ponto “Borda” e ponto “Dentro”), separados por, aproximadamente, 8 m de distância. Em cada ponto foram dispostas quatro armadilhas do tipo *pit-fall* e uma armadilha de Malaise.

### 3.2.3 Época de realização das amostragens

As coletas foram realizadas semanalmente, no período de 20 de novembro de 2008 a 29 de janeiro de 2009; e de 20 de novembro de 2009 a 28 de janeiro de 2010, compreendendo o período em que as plantas de tabaco apresentavam 10 ou mais folhas bem desenvolvidas (quando ocorre maior quantidade de insetos associados, conforme pilotagem em safra anterior) até a colheita final.

### 3.2.4 Triagem e identificação dos insetos

A triagem dos espécimes em ambas as safras foi realizada no Laboratório de Entomologia da Universidade de Santa Cruz do Sul e no Laboratório de Entomologia do Departamento de Defesa Fitossanitária (DFS) do Centro de Ciências Rurais/ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A identificação taxonômica foi feita com auxílio de microscópio estereoscópico, através de chaves dicotômicas. Amostras do material coletado estão tombadas na Coleção Entomológica de Santa Cruz (CESC).

Os indivíduos da ordem Hymenoptera foram identificados em nível de família utilizando como base a chave taxonômica de Goulet e Huber (1993), além de outros trabalhos e publicações fornecidas por especialistas. A sistemática segue Goulet e Huber (1993).

### 3.2.5 Análise Estatística

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o software PAST (Hammer et al., 2001).

#### 3.2.5.1 Análise Faunística

A análise faunística foi baseada em Bodenheimer (1955) apud Ribeiro (2005), Silveira Neto et al. (1976), Dajoz (1978), Krebs (1978), Palissa et al. (1979) apud Ott (1997), Ludwig e Reynolds (1988) e Uramoto, Walder e Zucchi (2005).

Foram calculados os seguintes parâmetros:

- Frequência

A frequência é a proporção de indivíduos de uma família em relação ao total de indivíduos da amostra, sendo representada por:

$$F = \frac{n}{N} \times 100$$

onde:  $F$  = Frequência (em porcentagem);  $n$  = número de indivíduos de cada família;  $N$  = número total de indivíduos coletados.

- Constância

A constância é a porcentagem de amostras em que um determinado grupo (família) esteve presente. Foi calculada a partir de:

$$C = \frac{p}{N} \times 100$$

onde:  $C$  = Constância (em porcentagem);  $p$  = número de coletas contendo a espécie;  $N$  = número total de coletas.

Após essa análise, as famílias foram enquadradas em categorias:

- constantes (C) – presentes em mais de 50% das coletas;
- acessórias (As) – presentes em 25 a 50% das coletas e
- acidentais (Ac) – presentes em menos de 25% das coletas.

- Dominância

O índice de dominância expressa a relação entre o número de indivíduos de uma determinada família e o número de indivíduos total de todas as famílias encontradas. Para o cálculo da dominância das famílias de parasitoides, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$D\% = \frac{i}{t} \times 100$$

onde  $D$  = Dominância,  $i$  = total de indivíduos de uma família e  $t$  = total de indivíduos coletados.

A classificação adotada foi:

- eudominante (Ed): > 10%
- dominante (D): 5 – 10%
- subdominante (Sd): 2 – 5%
- recessiva (Rc): 1 – 2%
- rara (Rr): < 1%

### 3.2.5.2 Índices Faunísticos

A utilização de índices faunísticos na análise da diversidade da entomofauna destina-se ao estudo da estrutura das comunidades de insetos em determinados ambientes. Os índices a serem utilizados no presente estudo foram os descritos por Uramoto et al. (2005):

- Índice de Simpson: é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie. Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. É calculado como:

$$\lambda = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

onde  $p_i$ : proporção de cada espécie, para  $i$  variando de 1 ao número total de espécies observadas na comunidade, e  $p_i$ : frequência da espécie  $i$ .

- Índice de Shannon: calcula o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com  $S$  espécies e  $N$  indivíduos. Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. Segundo Begon, Harper e Townsend (1996), esse índice assume valores que podem variar de 0 a 5, sendo que o seu

declínio é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros. É calculado por meio da fórmula:

$$H' = - \sum_i^s (p_i \cdot \ln p_i)$$

onde  $p_i$ : frequência de cada espécie, para  $i$  variando de 1 ao número total de espécies observadas na comunidade.

- Índice de Equitabilidade (J): é um índice que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as famílias amostradas. Varia de 0 a 1 e indica a contribuição das espécies na composição faunística (KREBS, 1985), conforme a fórmula:

$$J' = H' / H_{max}$$

onde  $H'$ : Índice de diversidade de Shannon e  $H_{max} = \ln(S)$ .

### 3.2.5.3 Análise de Cluster

A análise de cluster, ou de agrupamento, foi utilizada para avaliar a similaridade das famílias de himenópteros parasitoides entre os pontos de coleta e entre as linhas de amostragem em cada safra de estudo. Essa análise é uma ferramenta que visa a separação de diferentes objetos em grupos, de forma que o grau de associação entre dois objetos é máxima se eles pertencem ao mesmo grupo, e mínimo em caso contrário (BEM e GIACOMINI, 2007).

Segundo Hair et al. (1998), a análise de cluster, também conhecida como análise de conglomerados, é um conjunto de técnicas estatísticas cujo objetivo é agrupar objetos segundo suas características, formando grupos ou conglomerados homogêneos. Os objetos em cada conglomerado tendem a ser semelhantes entre si, porém diferentes dos demais objetos dos outros conglomerados. Assim, essa análise reflete a similaridade ou semelhança entre os objetos de estudo, segundo

um critério de classificação, de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (JOHNSON e WICHERN, 1992; CRUZ e REGAZZI, 1994).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi coletado um total de 31.574 himenópteros parasitoides, distribuídos em 10 superfamílias e 33 famílias, associadas a tabaco manejado organicamente nas safras 2008/2009 e 2009/2010 em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil (Tabela 3), sendo 98% amostrado com armadilha de Malaise. Oito famílias corresponderam a, aproximadamente, 87,00% do total coletado, sendo elas: Ichneumonidae (22,80%), Braconidae (20,90%), Eucoilidae (12,90%), Scelionidae (11,60%), Mymaridae (5,50%), Eulophidae (5,00%), Encyrtidae (4,30%) e Bethylidae (4,20%). As demais famílias apresentaram frequências relativas inferiores a 2,00%.

Tabela 3 – Total de indivíduos, frequência (FREQ), constância (CONST) e dominância (DOM) de famílias de himenópteros parasitoides associados a cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10).

(continua)

SUPERFAMÍLIA Família	TOTAL		FREQ (%)		CONST		DOM	
	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10
<b>APOIDEA</b>								
Crabronidae	37	45	0,21	0,31	C	C	Rr	Rr
<b>VESPOIDEA</b>								
Mutillidae	67	19	0,39	0,13	C	C	Rr	Rr
Pompilidae	177	47	1,02	0,33	C	C	Rc	Rr
Tiphiidae	19	03	0,11	0,02	C	As	Rr	Rr
<b>CERAPHRONOIDEA</b>								
Ceraphronidae	173	373	1	2,61	C	C	Rc	Sd
Megaspilidae	27	12	0,16	0,08	C	As	Rr	Rr
<b>CHALCIDOIDEA</b>								
Agaonidae	04	06	0,02	0,04	As	As	Rr	Rr
Aphelinidae	15	11	0,09	0,08	C	As	Rr	Rr
Chalcididae	138	108	0,8	0,76	C	C	Rr	Rr
Encyrtidae	373	1.002	2,16	7,02	C	C	Sd	D
Eucharitidae	04	03	0,02	0,02	As	As	Rr	Rr

Tabela 3 – Total de indivíduos, frequência (FREQ), constância (CONST) e dominância (DOM) de famílias de himenópteros parasitoides associados a cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 (08/09) e 2009/2010 (09/10).

SUPERFAMÍLIA	TOTAL		FREQ (%)		CONST		DOM	
	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10
(conclusão)								
<b>CHALCIDOIDEA</b>								
Eulophidae	515	1.060	3,00	7,42	C	C	Sd	D
Eupelmidae	42	89	0,24	0,62	C	C	Rr	Rr
Eurytomidae	143	64	0,83	0,45	C	C	Rr	Rr
Mymaridae	456	1284	2,64	9,00	C	C	Sd	D
Pteromalidae	172	245	0,99	1,71	C	C	Rr	Rc
Signiphoridae	19	61	0,11	0,43	C	C	Rr	Rr
Torymidae	79	34	0,46	0,24	C	C	Rr	Rr
Trichogrammatidae	04	98	0,02	0,69	Ac	C	Rr	Rr
<b>CHRYSIDOIDEA</b>								
Bethylidae	948	388	5,48	2,72	Ac	C	D	Sd
Chrysididae	20	05	0,11	0,03	As	As	Rr	Rr
Dryinidae	71	15	0,41	0,11	C	C	Rr	Rr
<b>CYNIPOIDEA</b>								
Eucoilidae	1.925	2.164	11,13	15,16	C	C	Ed	Ed
Figitidae	84	45	0,48	0,31	C	C	Rr	Rr
<b>EVANIOIDEA</b>								
Aulacidae	-	02	-	0,01	-	Ac	-	Rr
Evanidae	26	17	0,15	0,12	C	C	Rr	Rr
Gasteruptionidae	-	01	-	0,01	-	Ac	-	Rr
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>								
Braconidae	4.868	1.734	28,14	12,14	C	C	Ed	Ed
Ichneumonidae	4.965	2.234	28,70	15,65	C	C	Ed	Ed
<b>PLATYGASTROIDEA</b>								
Platygastridae	260	475	1,50	3,33	C	C	Rc	Sd
Scelionidae	1.314	2.341	7,60	16,4	C	C	D	D
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>								
Diapriidae	336	291	1,94	2,04	C	C	Rc	Sd
Proctotrupidae	15	02	0,09	0,01	C	Ac	Rr	Rr
<b>TOTAL</b>	<b>17.296</b>	<b>14.278</b>	<b>100</b>	<b>100</b>				

\* Constância: C: Constante; As: Acessória; Ac: Acidental.

\*\* Dominância: Ed: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; Rc: Recessiva; Rr: Rara

### 3.3.1 Frequência de himenópteros parasitoides

Na safra 2008/2009, 17.296 himenópteros parasitoides foram amostrados, distribuídos em 31 famílias. As superfamílias Ichneumonoidea, Chalcidoidea e Cynipoidea foram as mais frequentes, correspondendo a 56,84, 11,61 e 11,38% do total de parasitoides coletados nessa safra, respectivamente. As famílias mais frequentemente encontradas foram Ichneumonidae (28,70%) e Braconidae (28,14%), seguidas por Eucoilidae (11,13%), Scelionidae (7,60%) e Bethylidae (5,48%), sendo que as demais famílias amostradas apresentaram frequências relativas inferiores a 3,00%.

Na safra 2009/2010 foram coletados 14.278 himenópteros parasitoides, distribuídos em 33 famílias. Também as superfamílias Chalcidoidea e Ichneumonoidea foram as mais representativas, bem como Platygastroidea, correspondendo a 28,48, 27,79 e 19,73% de todos os insetos parasitoides amostrados para a lavoura orgânica nessa safra, respectivamente. As famílias Scelionidae (16,40%), Ichneumonidae (15,65%), Eucoilidae (15,15%) e Braconidae (12,14%) foram as mais frequentes, e dentre os espécimes de Chalcidoidea, destaque para Mymaridae (9,00% do total coletado na respectiva safra), Eulophidae (7,42%) e Encyrtidae (7,01%). As famílias restantes tiveram frequências relativas inferiores a 3,50%.

Em relação à constância das 33 famílias amostradas no total, 22 foram classificadas como constantes nas duas safras de estudo, e três foram consideradas acessórias. Sendo assim, infere-se que a fauna de parasitoides associadas a tabaco manejado organicamente é caracterizada, majoritariamente, por famílias cuja ocorrência é permanente durante o período da safra da cultura em campo, mesmo quando em baixas frequências relativas. Nesse sentido, a constância de famílias parasitoides demonstra a adaptabilidade dos inimigos naturais ao ambiente da cultura e a necessidade de sua preservação para o controle de pragas.

Já em relação à dominância, em ambas das safras de estudo, as famílias Eucoilidae, Braconidae e Ichneumonidae foram classificadas como eudominantes; Scelionidae foi dominante; Encyrtidae, Eulophidae, Mymaridae e Bethylidae foram consideradas subdominantes ou dominantes; e Platygastriidae, Diapriidae e Ceraphronidae passaram de recessivas a subdominantes de uma safra para outra. As demais famílias foram classificadas como recessivas ou raras.

Para a safra 2008/2009, os índices de Shannon e Equitabilidade corresponderam a 2,14 e 0,62, respectivamente; e o índice de Simpson foi de 0,81. Já na safra 2009/2010, os mesmos índices corresponderam a 2,45, 0,70 e 0,89, respectivamente. Dessa forma, observa-se um pequeno aumento da diversidade de famílias de parasitoides entre as safras, conforme mencionado anteriormente. Ainda, uma distribuição mais homogênea dos indivíduos entre as famílias amostradas, apesar de a dominância de algumas dessas também ter aumentado de uma safra para a outra. Os dados referentes à diversidade, equitabilidade e dominância serão melhor discutidos posteriormente.

Santos (2008) registrou diversidade de parasitoides estimada pelo índice de Shannon em café orgânico correspondente a 3,29 e a equitabilidade, 0,75. Onody (2009), em hortas orgânicas, registrou diversidade de parasitoides variando entre 2,35 a 2,61 e equitabilidade de 0,72 a 0,80. Estes resultados se assemelham com os observados no presente trabalho. É importante destacar o fato de que nenhuma referência encontrada na literatura refere-se à diversidade de parasitoides associados a tabaco, e devido à diversidade calculada, infere-se que a cultura apresenta potencial para utilização dessa fauna presente nativamente em programas de Manejo Integrado de Pragas e Controle Biológico.

Observou-se, comparando os resultados obtidos em ambas as safras, que a fauna de parasitoides associada a cultivo orgânico de tabaco é representada, principalmente, pelas superfamílias Ichneumonoidea e Chalcidoidea. Esse resultado corrobora com os trabalhos de Dall'Oglio et al. (2003) em cultura de *Eucalyptus*, no qual Ichneumonoidea e Chalcidoidea corresponderam a mais de 70% do total amostrado; e Onody (2009), que registrou essas duas superfamílias representando mais que 50% de todo o material coletado em hortas orgânicas nos municípios de Araraquara e São Carlos, SP. Perioto et al. (2004) também registraram a maior abundância de Chalcidoidea, Ichneumonoidea e Platygastroidea em cultivo de café, com estes grupos correspondendo a 87% do total amostrado; e Sperber et al. (2004) em plantio agroflorestal de cacau, no qual esses três grandes táxons mencionados corresponderam a 72,38% do total amostrado.

Wahl e Sharkey (1993) citam que Ichneumonoidea é um dos grupos mais diversos em número de espécies e distribuição mundial, incluindo as duas maiores famílias de Hymenoptera: Braconidae, com aproximadamente 12.000 espécies

descritas e 40.000 espécies estimadas, e Ichneumonidae com 16.000 espécies descritas de 60.000 estimadas (PENTEADO-DIAS, 1999).

Ichneumonídeos utilizam uma ampla gama de insetos e aracnídeos como hospedeiros e têm um papel importante no funcionamento normal da maioria dos ecossistemas, denotando a necessidade de inventariamento de sua diversidade. Espécies desse grupo têm sido utilizadas com sucesso como agentes de biocontrole e, devido à ampla fauna ainda não documentada, há enorme potencial para sua utilização em programas de manejo integrado de pragas e/ou controle biológico (GUPTA, 1991). Braconídeos são comuns em ambientes quentes e áridos e em campos agrícolas, sendo utilizados em muitos programas de controle biológico clássico. Na região Neotropical, vários grupos são importantes na eliminação de pragas (HANSON e GAULD, 2006).

De acordo com Gibson (1993), chalcidóideos são encontrados em todas as regiões zoogeográficas e em todos os habitats, desde florestas equatoriais a desertos. No entanto, Chalcidoidea permanece como sendo um dos grupos menos conhecidos de Hymenoptera parasítica, parcialmente devido ao seu tamanho pequeno (a maioria dos espécimes tem de 3 a 5 mm de comprimento). São parasitoides ou, raramente, predadores, de estágios imaturos ou, muito raramente, de adultos de 12 ordens de Insecta, duas ordens de Arachnida (Araneae e Acari), e uma família de Nematoda (Anguinidae). A ocorrência de espécimes de Chalcidoidea em sistemas agrícolas tem sido registrada por Santos (2007) e Santos (2008) em cultivo de café; Carneiro et al. (2010) em soja orgânica; Onody (2009) em hortas orgânicas; Marchiori e Penteado-Dias (2002) em áreas de pastagem e mata; e por Dall'Oglio et al. (2003) em cultura de *Eucalyptus*.

Dentre as famílias de Chalcidoidea encontradas, destacam-se Encyrtidae, Eulophidae e Mymaridae, as quais apresentaram aumento expressivo no número de indivíduos amostrados quando se comparando as duas safras de tabaco. Resultado semelhante foi observado em cultivo convencional de tabaco<sup>2</sup>, onde essas três famílias de Chalcidoidea foram representativas e apresentam potencial para utilização em controle de pragas da cultura, uma vez que estão associadas nativamente e são parasitoides de ovos.

---

<sup>2</sup> Capítulo I desta dissertação de mestrado.

Do mesmo modo, a diminuição na quantidade de Bethyridae, Ichneumonidae e Braconidae amostrados de uma safra para outra se deve a fatores possivelmente ambientais, com chuvas constantes na safra 2009/2010, e competição por recursos, que podem ter alterado os ciclos biológicos dos hospedeiros preferenciais desses grupos de parasitoides.

Registra-se a ocorrência tanto de Aulacidae quanto de Gasteruptionidae associadas a tabaco manejado organicamente, sendo essas famílias raramente encontradas em levantamentos faunísticos em outras culturas e áreas (AZEVEDO et al., 2002). Aulacidae é um grupo pequeno de vespas parasitoides que inclui 182 espécies pertencentes a três gêneros (*Aulacus* Jurine, 1807; *Pristaulacus* Kieffer, 1900; e *Panulix* Benoit, 1984), com registros de ocorrência em todas as regiões zoogeográficas, exceto na Antártica (TURRISI, 2007). O conhecimento da taxonomia, distribuição e biologia de Aulacidae é considerado insatisfatório devido ao fato de espécimes desse grupo não serem facilmente observados em seus habitats naturais e raramente serem coletados pelos métodos de amostragem usuais (TURRISI, 2007). De acordo com Mason (1993) e Turrisi (2007), adultos desse grupo são parasitoides de larvas perfuradoras de madeira de Coleoptera, especialmente Buprestidae e Cerambycidae; e alguns parasitam larvas da família Xiphydriidae (Hymenoptera).

Gasteruptionidae contém cerca de nove gêneros e 500 espécies mundialmente distribuídas, com mais espécies ocorrendo em áreas tropicais do que temperadas. Indivíduos dessa família são parasitoides de abelhas e vespas solitárias (MASON, 1993).

A ocorrência de Trichogrammatidae também merece destaque por ser encontrada associada a cultivo de tabaco. Os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Westwood, 1833), apresentam ampla distribuição geográfica e grande número de hospedeiros naturais, especialmente da ordem Lepidoptera. São criados massalmente em laboratório em vários países utilizando-se diversos hospedeiros alternativos (ZUCCHI e MONTEIRO, 1997; PARRA, 2002). Indivíduos dessa família e gênero constituem um dos grupos de insetos mais estudados no mundo, por atuarem como agentes de controle biológico no estágio inicial de desenvolvimento da praga, controlando-a antes que o dano seja ocasionado (SÁ, 1991).

Dentre as culturas com potencial para utilização de *Trichogramma* no Brasil citam-se o milho (comum e doce), algodão, soja, mandioca, cana-de-açúcar e tomate, entre outras (PARRA, 2002). Dessas culturas, espécies de *Trichogramma* apresentaram altos índices de parasitismo: 95,50% em algodão, sobre *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera, Noctuidae) (PARRA et al, 1992); 74,00% em mandioca, sobre *Eryinnis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Sphingidae) (TORRECILLAS, 1991); 89,20% em milho, sobre *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae) (SÁ, 1991); e 91,40% em cana-de-açúcar, sobre *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Pyralidae) (LOPES, 1988).

### 3.3.2 Índices Faunísticos e Análise de Cluster

#### 3.3.2.1 Comparação por localização dos pontos de coleta

Os índices de Diversidade, Equitabilidade e Dominância de himenópteros parasitoides por ponto de coleta revelam uma distribuição similar dos indivíduos em ambas as safras, com exceção do ponto “Dentro” (Tabela 4).

Segundo Nicholls e Altieri (2007), artrópodes benéficos movem-se para os cultivos a partir das margens dos campos, e o controle biológico é mais intenso em fileiras de plantas próximas à vegetação selvagem do que no centro dos campos. Para completar seus ciclos de vida, inimigos naturais necessitam de locais de refúgio e alternativas para a alimentação, além de presas e hospedeiros. Assim, cercas vivas e outros tipos de vegetação nas margens de campos podem servir como reservatórios de inimigos naturais.

O maior número de indivíduos amostrados esteve associado ao ponto “Borda” em ambas as safras. Porém, observou-se que, na safra 2008/2009, a diversidade de Shannon foi maior no ponto “Fora”; e na safra 2009/2010 constatou-se semelhança entre os pontos “Fora” e “Borda”. Isso ocorreu, possivelmente, devido à presença expressiva de insetos das famílias Encyrtidae, Mymaridae, Bethyidae, Eucilidae, Braconidae e Ichneumonidae, conforme já mencionado anteriormente

Tabela 4 – Análise faunística e índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade em lavoura orgânica de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2008/2009 e 2009/2010.

	FORA		BORDA		DENTRO	
	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
<b>Famílias</b>	30	32	31	31	28	30
<b>Indivíduos</b>	5.837	5.227	6.339	5.451	5.120	3.600
<b>Shannon</b>	2,31	2,44	2,19	2,45	1,70	2,34
<b>Simpson</b>	0,86	0,89	0,82	0,89	0,71	0,87
<b>Equitabilidade</b>	0,68	0,70	0,64	0,71	0,51	0,69

Pelo exposto, infere-se a preferência das famílias de parasitoides associadas a cultivo orgânico de tabaco por áreas em transição entre a monocultura e a bordadura composta por outras espécies de plantas. De acordo com Marino e Landis (1996), habitats em estágios de sucessão mais avançados podem fornecer mais abundância de alimento para adultos parasitoides do que habitats em sucessão vegetal inicial. Isso sugere que no ambiente de cultivos agrícolas a diversidade de parasitoides e a intensidade de parasitismo pode ser maior nas áreas de bordadura do campo, onde as culturas são adjacentes às comunidades de plantas de estágio de sucessão mais avançado do que no interior do campo, ou ao longo de linhas cultura-cultura, apresentando, também, maior diversidade de hospedeiros.

Hawkins e Lawton (1987) sugerem que árvores e arbustos podem ter maior diversidade de parasitoides pelo fato de terem mais espécies de herbívoros que servem como hospedeiros alternativos e atraem mais parasitoides polípagos.

Desse modo, a observação de maior concentração de himenópteros parasitoides amostrados no ponto de coleta localizado na borda da lavoura, seguido pelo ponto “Fora”, neste trabalho, reflete a preferência dos insetos por áreas que ofereçam abrigo, alimento e hospedeiros alternativos. Observa-se que a presença de vegetação adjacente composta por espécies arbustivas de grande e médio porte próximas às linhas “1” e “2” de amostragem proporciona ao ambiente uma maior diversificação na estrutura e conseqüente influência na dinâmica da distribuição espacial dos parasitoides para dentro da lavoura. A manutenção e/ou implantação de áreas de bordadura em lavouras de tabaco contribui para o aumento das populações de inimigos naturais e no controle de pragas associadas à cultura do tabaco.

O manejo da estrutura da paisagem agrícola, com a manutenção de áreas de vegetação nativas no entorno de cultivos, pode ser uma excelente estratégia de controle biológico, uma vez que não implica em gastos com a importação, criação massal e liberação de inimigos naturais, na medida em que contribui para a fauna nativa de parasitoides (MURTA et al., 2008). Segundo Nicholls e Altieri (2007), parasitoides respondem fortemente a aumentos da complexidade arquitetural das plantas e estudos europeus têm confirmado que a prática de estabelecer corredores de plantas com floração (plantas com flores em fileiras que atravessam campos a cada 50 a 100 metros) aumenta a diversidade e quantidade de inimigos naturais.

A predominância dos mais altos valores obtidos com os índices de Diversidade, Equitabilidade e Dominância para os pontos “Fora” e “Borda” reflete as condições do ambiente, com a preservação das áreas de entorno compostas por espécies de plantas diferentes da cultura principal e consequente concentração dos insetos parasitoides nessas áreas de transição. No entanto, o expressivo aumento obtido para os valores dos índices referentes ao ponto “Dentro”, da safra 2008/2009 para a safra 2009/2010, e sua maior semelhança com os demais pontos de amostragem na safra 2009/2010, possivelmente deveu-se à incidência de chalcidóideos das famílias Encyrtidae e Mymaridae amostrados nesse ponto na última safra (Anexo 4). Na safra 2008/2009, foram amostrados 261 indivíduos pertencentes às famílias citadas no parágrafo anterior, enquanto que, na safra 2009/2010, foram capturados 826 insetos.

Através da análise do dendograma de Cluster (similaridade de Jaccard) (Figura 14) é possível inferir que há maior similaridade entre os pontos de amostragem “Fora” e “Borda” na safra 2008/2009, os quais se agrupam separadamente do ponto “Dentro”, corroborando com a hipótese de que ambientes de transição entre lavouras e outros tipos de vegetação contribuem para a concentração e distribuição de inimigos naturais em ambientes agrícolas e, no caso do presente trabalho, em cultivo orgânico de tabaco.

Para a safra 2009/2010, observa-se diminuição na similaridade em geral entre os pontos de amostragem, e reagrupamento, sendo os pontos “Fora” e “Dentro” considerados mais similares entre si. A linha 3 de amostragem, com crescimento de vegetação espontânea, possivelmente influenciou na distribuição dos insetos nos pontos de amostragem, de modo que os parasitoides se concentraram tanto fora da

lavoura (parasitoides generalistas) quanto no seu interior (parasitoides especialistas).

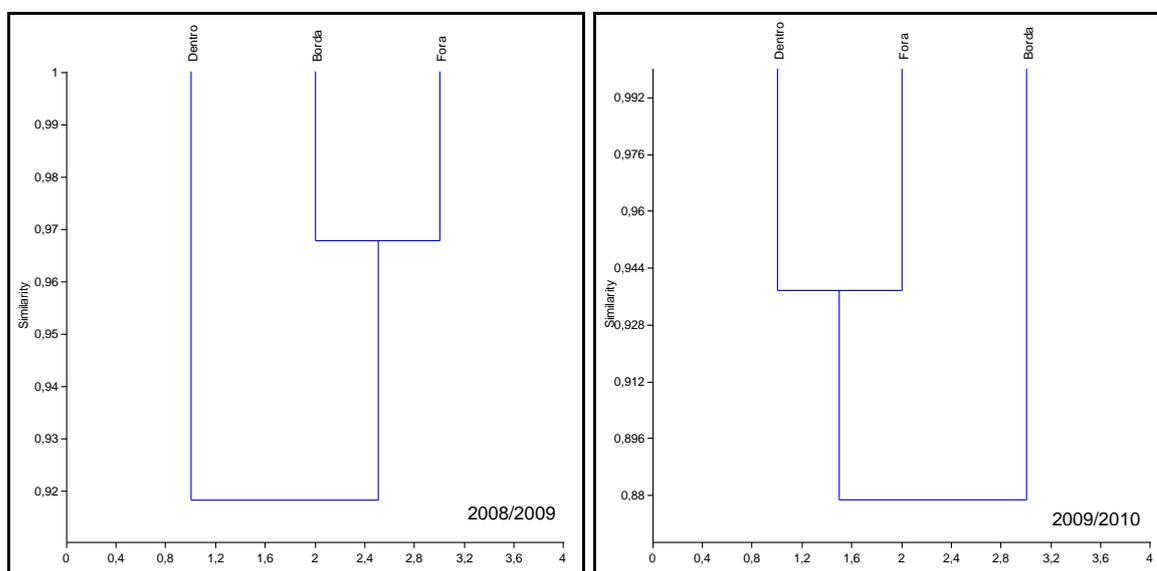


Figura 14 – Dendrogramas da análise de cluster (similaridade de Jaccard) entre a localização dos pontos de amostragem (“Fora”, “Borda” e “Dentro”), quanto à fauna de parasitoides associada a tabaco manejado organicamente, em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, nas safras 2008/2009 e 2009/2010.

### 3.3.2.2 Comparação por linha de amostragem

Foram coletados 7.886 himenópteros parasitoides na linha “1” de amostragem (com vegetação adjacente arbustiva e arbórea de médio e grande porte); 6.170 na linha “2” (com vegetação adjacente composta majoritariamente por espécies de médio porte); e 3.240 na linha “3”, cuja vegetação adjacente foi composta por gramíneas na primeira safra, e espécies forrageiras de crescimento espontâneo na safra 2009/2010.

Observou-se que, em ambas as safras, a linha “1” de amostragem obteve maior concentração de insetos parasitoides no ponto de coleta localizado fora da lavoura; a linha “2” de amostragem obteve maior número de indivíduos amostrados no ponto “Borda” nos dois anos de estudo; e somente a linha “3” de amostragem obteve mudança na distribuição espacial dos parasitoides conforme a safra. Nessa linha, o maior número de parasitoides foi amostrado no ponto “Dentro” na safra

2008/2009, enquanto que na safra 2009/2010 a maior concentração de indivíduos foi observada no ponto “Fora”. Os dados gerais sobre a distribuição dos indivíduos nas famílias por linha de amostragem encontram-se nos anexos 3 e 4.

Observou-se que todos os valores obtidos para as linhas “1” e “2” são semelhantes entre si em ambas as safras; e que todos os valores correspondentes à linha “3” na safra 2008/2009 são expressivamente inferiores aos demais, correspondendo a baixa diversidade de Shannon, dominância de Simpson e Equitabilidade J (Tabela 5).

A diferenciação paisagística entre as linhas “1” e “2”, quando comparadas com a linha “3”, pode ter influenciado na distribuição dos insetos, uma vez que a ausência de vegetação adjacente que proporcionasse abrigo, alimento e hospedeiros alternativos para os parasitoides, bem como por estar localizada em área mais exposta à ação de fatores ambientais e climáticos como o vento, incidência de sol e outros, resulta em uma inferioridade no que se refere à presença de inimigos naturais. Também, a grande incidência de Ichneumonoidea na linha “3”, na safra 2008/2009, com 2.455 indivíduos amostrados, correspondendo a aproximadamente 57% do total coletado nesta linha (Anexo 3) contribuiu para a menor diversidade associada a linha “3” nessa safra, uma vez que a ocorrência expressiva de um único grupo confere baixa diversidade ao ambiente e distribuição não homogênea dos indivíduos entre todas as famílias amostradas.

Tabela 5 – Índices faunísticos obtidos para as famílias de himenópteros parasitoides amostradas em lavoura de tabaco orgânica, de acordo com a linha de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2008/2009 e 2009/2010.

	L1*		L2		L3	
	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
<b>Famílias</b>	30	32	31	32	26	26
<b>Indivíduos</b>	7.886	5.651	6.170	5.400	3.240	3.227
<b>Shannon</b>	2,24	2,41	2,18	2,46	1,58	2,39
<b>Simpson</b>	0,83	0,88	0,82	0,89	0,66	0,89
<b>Equitabilidade</b>	0,66	0,69	0,63	0,71	0,48	0,73

\* L1 – linha de amostragem com área de bordadura de 10-15 m de largura, composta por espécies de médio e grande porte; L2 – linha com área de bordadura de 3-5 m de largura, composta por espécies de menor porte; L3 – linha com área de bordadura composta por gramíneas e plantas forrageiras de crescimento espontâneo.

Na safra 2009/2010, observa-se maior semelhança entre todos os índices e entre todas as linhas de amostragem. Esse fato é explicado, possivelmente, pela redução no número de insetos amostrados em todas as linhas nesta safra devido a fatores climáticos e precipitação excessiva nos meses de dezembro e janeiro, bem como por uma melhor distribuição de Ichneumonoidea (correspondendo a aproximadamente 28% do total coletado na linha “3” na safra 2009/2010). Também, a não retirada de vegetação de crescimento espontâneo (ervilhaca, nabo forrageiro e capim elefante) na linha 3 na última safra possivelmente favoreceu a maior ocorrência e distribuição de inimigos naturais, o que culminou em uma maior semelhança entre os valores dos índices faunísticos obtidos para todas as linhas de amostragem na safra 2009/2010.

Segundo Altieri, Silva e Nicholls (2003), as plantas espontâneas dentro e ao redor dos cultivos influenciam a dinâmica das culturas agrícolas e das comunidades bióticas associadas, contribuindo para uma melhor distribuição dos parasitoides. No entanto, conforme mencionado anteriormente, habitats em estágio sucessional mais avançado (compostos por árvores e arbustos de médio e grande porte) geralmente resultam em maior diversidade de parasitoides do que em monocotiledôneas e ervas (HAWKINS e LAWTON, 1987).

Nesse sentido, através da análise do dendograma de Cluster obtido entre as linhas de amostragem para as famílias de himenópteros parasitoides (Figura 15), observa-se maior similaridade entre as linhas de amostragem “1” e “2” em ambas as safras estudadas, e agrupamento dessas linhas separadamente da linha “3” justamente por possuírem as áreas de borda compostas por espécies de plantas de médio e grande porte e a concentração dos himenópteros parasitoides no ponto “Fora”, se diferenciando da linha “3” de amostragem, a qual apresentou vegetação adjacente composta majoritariamente por espécies forrageiras de crescimento espontâneo.

O crescimento de plantas espontâneas com floração, na área de bordadura da linha “3” na safra 2009/2010, pode ter contribuído para o aumento da diversidade de inimigos naturais na região dessa linha, demonstrando a importância da manutenção de áreas adjacentes para a preservação e/ou aumento das populações de inimigos naturais associados nativamente ao cultivo de tabaco. Tal resultado amplia as perspectivas quanto a estudos que visem o plantio de espécies floríferas e atrativas para insetos parasitoides, dentro do contexto do controle biológico por

conservação e inserido no plano de manejo integrado de pragas na cultura do tabaco.

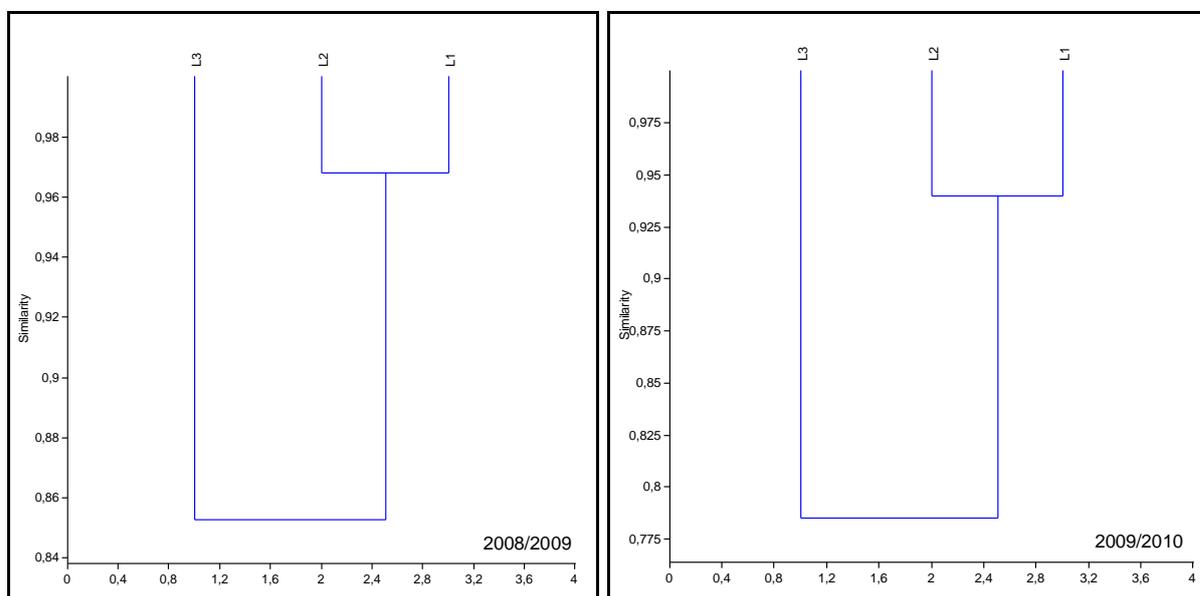


Figura 15 – Dendrogramas da análise de cluster (similaridade de Jaccard) entre as linhas de amostragem, quanto à fauna de parasitoides associada a tabaco manejado organicamente, em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, nas safras 2008/2009 e 2009/2010. L1 – linha de amostragem com área de bordadura de 10-15 m de largura, composta por espécies de médio e grande porte; L2 – linha com área de bordadura de 3-5 m de largura, composta por espécies de menor porte; L3 – linha com área de bordadura composta por gramíneas e plantas forrageiras de crescimento espontâneo.

Langellotto e Denno (2004) demonstraram que quando a estrutura do habitat é aumentada ocorre um aumento na abundância de inimigos naturais, suportando a teoria de que o provisionamento de recursos através de flores e espécies vegetais que se diferenciem da cultura principal pode aumentar a abundância de parasitoides através da disponibilização de pólen e/ou néctar. O cultivo de plantas floríferas silvestres em faixa pode aumentar o nível populacional de herbívoros, proporcionando recursos alimentares para o crescimento populacional de inimigos naturais. Esta técnica beneficia o inimigo natural em períodos de escassez da presa na cultura, como no início de desenvolvimento da cultura ou após a colheita. Esse benefício é importante para o controle da praga, principalmente se os inimigos naturais são generalistas e são mais abundantes nos estágios iniciais de desenvolvimento da cultura (PFIFFNER e WYSS, 2004).

Nicholls e Altieri (2007) citam que o grau de diversidade da vegetação dentro e em torno da unidade de produção, a quantidade de cultivos que compõem a rotação, a proximidade a uma floresta, a existência de cercas vivas e pastagens ou

de outras formas de vegetação natural são fatores que contribuem para o nível de biodiversidade de uma unidade agrícola.

A partir da análise do dendograma da similaridade entre as linhas de amostragem e pontos de coleta das duas safras (Figura 16) observa-se a formação de dois cladogramas principais, sendo um composto pelas amostras L1D (Linha 1 de amostragem, ponto “Dentro”), L3F, L3B e L3D na safra 2008/2009. A menor similaridade desses quatro pontos com os demais amostrados explica-se pela diferença paisagística da linha 3 da safra 2008/2009, com presença de somente vegetação adjacente rasteira (gramíneas), em relação as demais amostras pertencentes a linhas com vegetação em estágio sucessional avançado (árvores e arbustos). A maior semelhança entre o ponto L3D e L1D na safra 2008/2009 deveu-se à ocorrência quali e quantitativa muito similar das famílias amostradas nesses pontos, refletindo a adaptação da fauna de parasitoides às condições no interior da lavoura (Anexo 3).

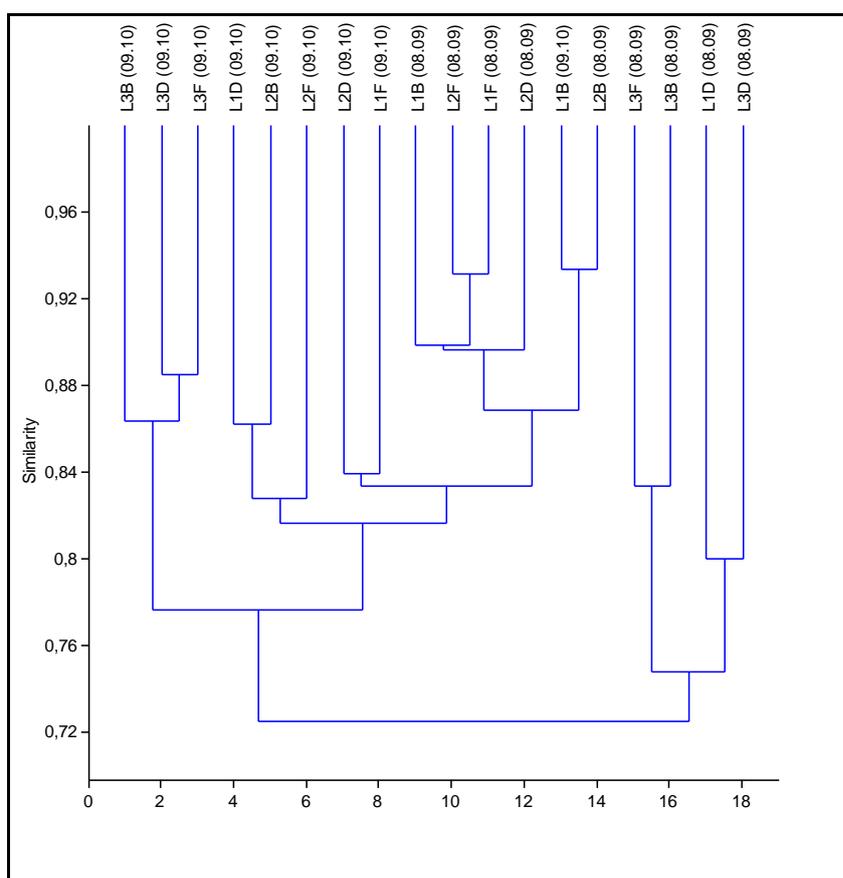


Figura 16 – Dendrograma da similaridade entre as linhas de amostragem e pontos de coleta, quanto à fauna de parasitoides associadas a tabaco manejado organicamente, em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, nas safras 2008/2009 (08.09) e 2009/2010 (09.10). L: linha, F: Fora, B: Borda, D: Dentro.

Os pontos L3F, L3B e L3D na safra 2009/2010 agruparam-se em um sub-cluster devido à vegetação adjacente composta por espécies de plantas de crescimento espontâneo. Assim, diferenciam-se da linha 3 da safra 2008/2009 e agrupam-se dentro do cluster das demais linhas (1 e 2) de ambas as safras com vegetação adjacente em estágio avançado.

Sendo assim, a presença de alguma vegetação adjacente diferente da cultura principal contribui para maior similaridade e distribuição de parasitoides associados a cultivo orgânico de tabaco, e também o estágio sucessional (tipo de vegetação) exerce influência na distribuição espacial de parasitoides.

### 3.4 CONCLUSÕES

- As famílias Ichneumonidae, Braconidae, Eucilidae e Scelionidae são as mais abundantes associadas a tabaco manejado organicamente em Santa Cruz do Sul, RS, bem como os chalcidóideos pertencentes à Mymaridae, Eulophidae e Encyrtidae.
- Foi verificada a ocorrência de Aulacidae e Gasteruptiidae, famílias consideradas raras em levantamentos taxonômicos e faunísticos.
- Áreas situadas fora e na borda da lavoura apresentam maiores números de indivíduos amostrados, quando comparadas com local dentro da lavoura, comprovando a preferência de parasitoides por áreas de transição entre culturas.
- Os pontos “Fora” e “Borda” e as linhas de amostragem cuja área de bordadura é composta por espécies arbustivas e arbóreas de médio e grande porte apresentam maior diversidade de famílias de himenópteros parasitoide, e em uma distribuição mais homogênea dos inimigos naturais entre as famílias amostradas nesses locais.

- A presença de vegetação adjacente de crescimento espontâneo contribui para maior diversidade de famílias parasitoides em lavoura orgânica de tabaco, bem como em melhor distribuição dos indivíduos nas famílias amostradas (maior equitabilidade).

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Elsevier Agriculture, Ecosystems & Environment**, v 74, n.1-3, p. 19-31, 1999.

ALTIERI, M. A.; LETOURNEAU, D. K. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. **CRC Critical Review Plant Science**, v. 2, p.131-169, 1984.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226p.

AZEVEDO, C. O. et al. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica do Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, ES, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 133-137, 2002.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**: individuals, populations and communities. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.

BEM, J. S.; GIACOMINI, N. M. R. **Gastos em cultura no Rio Grande do Sul e a delimitação de áreas homogêneas em municípios selecionados no ano de 2007**. Disponível em: <<http://aplicativos.fipe.org.br/enaber/pdf/90.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2010.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, DF**, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CARNEIRO, E. et al. Entomofauna associada à cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Fabaceae) conduzida em sistema orgânico. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 3, n. 3, p. 271-289, 2010.

CAVALCANTE, K. R. et al. **Abundância dos inimigos naturais em tomate monocultivo e consorciado com coentro em sistema orgânico de produção**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2008. 30p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Divergência genética. In: CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1994, p. 287-323.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. 3 ed. São Paulo: Vozes, EDUSP, 1978. 474p.

DALL'OGGIO, O. T. et al. Himenópteros parasitóides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 123-129, 2003.

FERRON, P.; DEGUINE, J. P. Crop protection, biological control, habitat management and integrated farming: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 25, p. 17-24, 2005.

GIBSON, G. A. P. Superfamilies Mymarommatoidea and Chalcidoidea. In: GOULET, H. e HUBER, J. T. **Hymenoptera of the World: an identification guide to families**. Ottawa, Ontario: Centre for Land and Biological Resources Research, p. 570-655, 1993.

GOULET, H.; HUBER, J. T. **Hymenoptera of the World: An identification guide to families**. Agriculture Canada, Ottawa, 1993. 696p.

GUPTA, V. K. The parasitic Hymenoptera and biological control of the African Ichneumonidae. **Insect Science and its Application**, v. 12, n. 1-3, p. 9–18, 1991.

HAIR, J. et al. **Multivariate Data Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 768p.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica** v. 4, n. 1, 2001.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **Hymenoptera de La Región Neotropical**. Gainesville: American Entomological Institute, 2006. 994p.

HAWKINS, B. A.; LAWTON, J. H. Species richness for the parasitoids of British phytophagous insects. **Nature** **326**, p. 788-790, 1987.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. 642p.

KARNOPP, E. Agricultura familiar entre o sistema de produção convencional e orgânico: transição ou coexistência? **Redes**, v. 10, n. 2, p. 239-248, 2005.

KREBS, C. J. **Ecology**: The experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper e Row, 1978. 678p.

KREBS, C. J. **Ecología**: estudio de la distribución y la abundancia. Tradução Jorge Blanco Correa. 2. ed. México: Harla, 1985. 753p.

LANDONI, J. H. **Nicotiana tabacum** L. Disponível em <<http://www.inchem.org/documents/pims/plant/nicotab.htm>>. Acesso em 29 abr.2009.

LANGELLOTTO, G. A.; DENNO, R. F. Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. **Oecologia**, v. 139, p. 1-10, 2004.

LOPES, J. R. S. **Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794) (Lep., Pyralidae)**. 1988. 141f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 1988.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology**: A primer on methods and computing. New York: John Wiley, 1988. 337p.

MARCHIORI, C. H.; PENTEADO-DIAS, A. M. Famílias de parasitóides coletadas em área de mata e pastagens no município de Itumbiara, Estado de Goiás. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 897-899, 2002.

MARINO, P. C.; LANDIS, D. A. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. **Ecological Applications**, v. 6, n. 1, p. 276 – 284, 1996.

MASON, W. R. M. Superfamilies Evanioidea, Stephanoidea, Megalyroidea, and Trigonalynoidea. In: GOULET, H., HUBER, J. T. (Ed.). **Hymenoptera of the world: An identification guide to families**. Ottawa: Research Branch. Agriculture Canada Publication, p. 510-520, 1993.

MENEZES, E. L. A. 2006. **Controle Biológico**: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos.html>>. Acesso em: 15 out. 2010.

MURTA, A. F. et al. Efeito de remanescentes de Mata Atlântica no controle biológico de *Euselasia apisaon* (Dahman) (Lepidoptera: Riodinidae) por *Trichogramma maxacalii* (Voegelé e Pointel) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 229-232, 2008.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Projeção e Implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o controle biológico de pragas e agroecossistemas. In: **Controle Biológico de Pragas através do manejo de agroecossistemas**. Brasília: MDA, 2007. 33p.

ONODY, H. C. **Estudo da fauna de Hymenoptera parasitóides associados a hortas orgânicas e da utilização de extratos vegetais no controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae)**. 2009. 142f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

OTT, R. **Composição da fauna araneológica de serapilheira de uma área de mata nativa em Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil**. 1997. 93 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil, 1997.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 412p.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. et al. (Eds). **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. Barueri, Manole. 2002. 609p.

PARRA, J. R. P. et al. Perspectivas de controle biológico de *Heliothis virescens* e *Alabama argillacea* através de *Trichogramma*. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA, A. C. B.; BORTOLI, S. A. (Eds.). **Manejo Integrado de pragas e nematóides**. São Paulo, Funep/Unesp, 1992. 352p.

PENTEADO-DIAS, A. M. Ichneumonoidea. In BRANDÃO, C. R. F. e CANCELLO, E. M. (Eds.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX – vol.5: Invertebrados terrestres**. São Paulo: FAPESP, p.148-153, 1999.

PERIOTO, N. W. et al. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 1, p. 41-44, 2004.

PIFFNER, L.; WYSS, E. Use of wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. In: GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; ALTIERI, M. (Ed.). **Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods**. Collingwood: CSIRO, 2004. 256p.

RIBEIRO, A. E. L. **Análise faunística e ocorrência sazonal de crisopídeos (Neuroptera: Crysopidae) em agroecossistemas da região Sudoeste da Bahia**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

RICCI, M. S. F. **Cultivo do café orgânico**. Embrapa Agrobiologia, Sistemas de Produção, 2006. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 19 out. 2010.

RISCH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M. A. Agroecosystem diversity and pest control. Data, tentative conclusions and new research directions. **Environment Entomologist**, v. 12, p. 625-629, 1983.

SÁ, L. A. N. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho**. Piracicaba, 1991. 107f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1991.

SANTOS, M. C. P. **Diversidade de vespas parasitóides (Hymenoptera: Parasitica) em áreas de cultivo de café (*Coffea arabica*) e em uma área de vegetação nativa localizadas no município de Piatã, Chapada Diamantina, Bahia**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2008.

SANTOS, P. S. **Diversidade de himenópteros parasitóides em áreas de mata-de-cipó e cafezais em Vitória da Conquista-BA**. 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em

Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2007.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SPERBER, F. C. et al. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. **Elsevier: Basic and Applied Ecology**, n. 5, p. 241-250, 2004.

TORRECILLAS, S. M. Ocorrência de *Trichogramma* spp. parasitando ovos de *Erinnyis ello* em algumas regiões do Estado do Paraná, na safra 1989/90. In: **Resumos do 13º Congresso Brasileiro de Entomologia**, Recife.

TURRISI, G. F. Revision of the Palaearctic species of *Pristaulacus* Kieffer, 1900 (Hymenoptera: Aulacidae). **Zootaxa** 1433, p. 1-76, 2007.

URAMOTO, K; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 33-39, 2005.

VENCATO, A. Z. et al. **Anuário brasileiro do tabaco 2009**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2009. 152p.

WAHL, D. B.; SHARKEY, M. J. Superfamily Ichneumonoidea. In: GOULET, H., HUBER, J. T. (Ed.). **Hymenoptera of the world: An identification guide to families**. Ottawa: Research Branch. Agriculture Canada Publication, p. 395-442, 1993.

WRATTEN, S. D. et al. Effects of flowers on parasitoid longevity and fecundity. **New Zealand Plant Protection**, v. 56, p. 239-245, 2003.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia e o controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P. et al. (Org.) **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. Manole, 2002. 609p.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.), **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**, FEALQ. 1997. 324 p.

## ANEXO 1

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavouras convencionais de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) nas safras 2008/2009 e 2009/2010 (novembro e dezembro) de acordo com a localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro, (M) Meio.

SUPERFAMÍLIA	F		B		D		M		Total
	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	
<b>Família</b>									
<b>APOIDEA</b>									
Crabronidae	0	14	1	7	0	11	0	7	40
<b>VESPOIDEA</b>									
Mutillidae	1	8	10	1	4	0	5	1	30
Pompilidae	1	16	6	3	2	6	3	4	41
Tiphiidae	8	1	5	1	0	4	1	1	21
<b>CERAPHRONOIDEA</b>									
Ceraphronidae	17	62	10	8	11	6	6	9	129
Megaspilidae	0	2	0	3	1	1	0	2	9
<b>CHALCIDOIDEA</b>									
Agaonidae	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Aphelinidae	3	1	1	0	0	0	2	0	7
Chalcididae	1	8	1	7	3	3	3	2	28
Encyrtidae	30	266	10	83	7	129	2	135	662
Eucharitidae	0	6	0	0	0	1	0	0	7
Eulophidae	38	128	12	10	5	14	3	24	234
Eupelmidae	2	13	0	1	1	2	0	3	22
Eurytomidae	7	18	2	1	0	1	1	1	31
Mymaridae	20	278	9	20	8	17	2	7	361
Pteromalidae	7	56	1	15	2	15	0	19	115
Signiphoridae	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Torymidae	0	5	1	2	1	0	0	0	9
Trichogrammatidae	0	2	0	0	0	0	0	1	3
<b>CHRYSIDOIDEA</b>									
Bethylidae	21	61	27	53	25	68	31	103	389
Chrysididae	0	2	0	4	0	2	0	0	8
Dryinidae	1	2	1	0	0	0	0	1	5
<b>CYNIPOIDEA</b>									
Eucoilidae	51	491	49	219	38	267	18	264	1.397
Figitidae	2	2	0	0	0	0	0	1	5
<b>EVANIOIDEA</b>									
Evaniidae	1	26	1	0	0	1	0	1	30
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>									
Braconidae	104	362	58	166	54	297	84	298	1.423
Ichneumonidae	41	414	67	430	36	423	40	389	1.840
<b>PLATYGASTROIDEA</b>									
Platygastridae	15	186	2	3	3	8	0	10	227
Scelionidae	42	330	52	42	36	31	23	55	611
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>									
Diapriidae	7	143	13	24	4	6	5	10	212
Proctotrupidae	0	10	0	1	0	0	1	0	12
<b>Total</b>	<b>420</b>	<b>2.915</b>	<b>341</b>	<b>1.105</b>	<b>241</b>	<b>1.313</b>	<b>230</b>	<b>1.348</b>	<b>7.913</b>

## ANEXO 2

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavouras convencionais de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) nas safras 2008/2009 e 2009/2010 (20 de novembro a 29 de dezembro de 2008; e 23 de novembro a 28 de dezembro 2009, respectivamente) de acordo com a semana de coleta. (I) 20.11.2008 e 23.11.2009; (II) 28.11.2008 e 30.11.2009; (III) 05.12.2008 e 07.12.2009; (IV) 14.12.2008 e 14.12.2009; (V) 22.12.2008 e 21.12.2009; (VI) 29.12.2008 e 28.12.2009.

(continua)

SUPERFAMÍLIA	I		II		III		IV		V		VI		Total
	Família	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	
<b>APOIDEA</b>													
Crabronidae	0	5	0	10	0	7	0	5	0	5	1	7	40
<b>VESPOIDEA</b>													
Mutillidae	0	0	1	5	1	2	9	2	3	1	6	0	30
Pompilidae	3	7	1	11	0	3	5	2	2	4	1	2	41
Tiphiidae	2	3	1	2	1	0	2	1	4	0	4	1	21
<b>CERAPHRONOIDEA</b>													
Ceraphronidae	0	27	1	13	17	11	15	4	1	19	10	11	129
Megaspilidae	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
<b>CHALCIDOIDEA</b>													
Agaonidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	3
Aphelinidae	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	7
Chalcididae	0	4	1	1	1	3	2	2	2	2	2	8	28
Encyrtidae	0	64	3	68	12	76	11	54	10	118	13	233	662
Eucharitidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	3	7
Eulophidae	14	20	5	38	16	28	8	14	8	56	7	20	234
Eupelmidae	0	1	0	3	2	6	0	2	0	3	1	4	22
Eurytomidae	2	7	0	6	4	3	3	0	0	3	1	2	31
Mymaridae	12	63	1	56	12	82	4	21	1	67	9	33	361
Pteromalidae	3	15	0	14	1	12	5	10	0	34	1	20	115
Signiphoridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Torymidae	1	2	0	3	0	0	0	1	0	1	1	0	9
Trichogrammatidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavouras convencionais de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) nas safras 2008/2009 e 2009/2010 (20 de novembro a 29 de dezembro de 2008; e 23 de novembro a 28 de dezembro 2009, respectivamente) de acordo com a semana de coleta. (I) 20.11.2008 e 23.11.2009; (II) 28.11.2008 e 30.11.2009; (III) 05.12.2008 e 07.12.2009; (IV) 14.12.2008 e 14.12.2009; (V) 22.12.2008 e 21.12.2009; (VI) 29.12.2008 e 28.12.2009.

(conclusão)

SUPERFAMÍLIA	I		II		III		IV		V		VI		Total
	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	08.09	09.10	
<b>CHRYSIDOIDEA</b>													
Bethylidae	9	76	5	68	22	80	31	25	17	23	20	13	389
Chrysididae	0	2	0	1	0	0	0	2	0	2	0	1	8
Dryinidae	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	5
<b>CYNIPOIDEA</b>													
Eucoilidae	25	153	12	229	49	142	49	181	6	281	15	255	1.397
Figitidae	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	5
<b>EVANIOIDEA</b>													
Evaniidae	1	10	1	7	0	4	0	0	0	3	0	4	30
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>													
Braconidae	58	135	38	150	36	128	92	137	26	292	50	281	1.423
Ichneumonidae	20	248	10	348	30	205	72	217	21	315	31	323	1.840
<b>PLATYGASTROIDEA</b>													
Platygastridae	4	34	0	32	5	25	3	15	1	81	7	20	227
Scelionidae	11	121	5	89	56	58	42	35	13	101	26	54	611
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>													
Diapriidae	0	48	2	45	9	34	12	15	2	25	4	16	212
Proctotrupidae	0	2	0	2	0	6	1	1	0	0	0	0	12
<b>Total</b>	<b>167</b>	<b>1.056</b>	<b>88</b>	<b>1.205</b>	<b>278</b>	<b>917</b>	<b>367</b>	<b>746</b>	<b>117</b>	<b>1.443</b>	<b>215</b>	<b>1.314</b>	<b>7.913</b>

### ANEXO 3

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2008/2009 (novembro a janeiro) de acordo com a linha de amostragem (L1 a L3) e localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro.

(continua)

SUPERFAMÍLIA Família	L1			L2			L3			Total
	F	B	D	F	B	D	F	B	D	
<b>APOIDEA</b>										
Crabronidae	4	12	4	5	5	4	0	0	3	37
<b>VESPOIDEA</b>										
Mutillidae	13	10	8	10	14	5	1	2	4	67
Pompilidae	29	34	15	20	41	10	9	7	12	177
Tiphiidae	0	2	1	0	4	0	2	7	3	19
<b>CERAPHRONOIDEA</b>										
Ceraphronidae	51	39	11	31	20	9	3	1	8	173
Megaspilidae	7	7	2	0	2	4	0	0	5	27
<b>CHALCIDOIDEA</b>										
Agaonidae	1	0	0	0	2	1	0	0	0	4
Aphelinidae	3	2	1	2	1	2	4	0	0	15
Chalcididae	20	20	15	17	29	17	8	8	4	138
Encyrtidae	44	114	16	20	35	100	18	10	16	373
Eucharitidae	1	0	0	1	2	0	0	0	0	4
Eulophidae	161	104	12	66	67	52	29	6	18	515
Eupelmidae	9	17	2	6	3	4	1	0	0	42
Eurytomidae	55	20	8	19	14	15	3	2	7	143
Mymaridae	105	148	4	64	82	31	9	1	12	456
Pteromalidae	19	55	2	6	28	47	6	3	6	172
Signiphoridae	8	5	0	2	4	0	0	0	0	19
Torymidae	12	29	4	16	7	6	3	0	2	79
Trichogrammatidae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<b>CHRYSIDOIDEA</b>										
Bethylidae	270	175	40	124	155	100	11	24	49	948
Chrysididae	7	5	0	2	3	1	1	1	0	20
Dryinidae	18	21	0	15	9	4	2	1	1	71
<b>CYNIPOIDEA</b>										
Eucoilidae	564	390	53	382	215	110	117	25	69	1.925
Figitidae	49	6	0	7	9	6	3	2	2	84
<b>EVANIOIDEA</b>										
Evanidae	7	7	6	3	2	1	0	0	0	26
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>										
Braconidae	705	435	457	394	593	577	132	486	1.089	4.868
Ichneumonidae	742	1025	636	384	739	691	155	200	393	4.965

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2008/2009 (novembro a janeiro) de acordo com a linha de amostragem (L1 a L3) e localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro.

(conclusão)

SUPERFAMÍLIA Família	L1			L2			L3			Total
	F	B	D	F	B	D	F	B	D	
<b>PLATYGASTROIDEA</b>										
Platygastridae	48	50	1	84	36	19	16	4	2	260
Scelionidae	246	343	74	178	165	120	86	37	65	1.314
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>										
Diapriidae	121	98	13	26	37	18	2	11	10	336
Proctotrupidae	8	1	0	4	0	1	1	0	0	15
<b>Total</b>	<b>3.327</b>	<b>3.174</b>	<b>1.385</b>	<b>1.888</b>	<b>2.327</b>	<b>1.955</b>	<b>622</b>	<b>838</b>	<b>1.780</b>	<b>17.296</b>

## ANEXO 4

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2009/2010 (novembro a janeiro) de acordo com a linha de amostragem (L1 a L3) e localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro.

(continua)

SUPERFAMÍLIA Família	L1			L2			L3			Total
	F	B	D	F	B	D	F	B	D	
<b>APOIDEA</b>										
Crabronidae	6	7	2	10	10	3	3	3	1	45
<b>VESPOIDEA</b>										
Mutillidae	0	4	3	1	4	3	1	2	1	19
Pompilidae	2	8	5	5	17	4	1	2	3	47
Tiphiidae	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3
<b>CERAPHRONOIDEA</b>										
Ceraphronidae	55	43	18	77	84	9	20	37	30	373
Megaspilidae	3	2	1	2	2	2	0	0	0	12
<b>CHALCIDOIDEA</b>										
Agaonidae	2	0	0	3	1	0	0	0	0	6
Aphelinidae	2	3	3	0	3	0	0	0	0	11
Chalcididae	9	9	14	4	40	20	2	7	3	108
Encyrtidae	74	157	97	45	151	84	113	123	158	1.002
Eucharitidae	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3
Eulophidae	183	108	58	112	158	44	315	45	37	1.060
Eupelmidae	6	7	12	23	25	6	4	2	4	89
Eurytomidae	24	5	3	6	12	6	4	2	2	64
Mymaridae	120	148	141	158	311	103	122	77	104	1.284
Pteromalidae	16	38	29	24	71	25	22	12	8	245
Signiphoridae	7	8	23	5	9	1	4	3	1	61
Torymidae	10	7	4	4	2	1	3	3	0	34
Trichogrammatidae	16	4	13	25	23	3	9	3	2	98
<b>CHRYSIDOIDEA</b>										
Bethylidae	46	48	52	49	84	20	42	29	18	388
Chrysididae	1	1	0	2	0	1	0	0	0	5
Dryinidae	1	4	1	0	3	1	2	2	1	15
<b>CYNIPOIDEA</b>										
Eucoilidae	431	337	283	183	386	151	186	90	117	2.164
Figitidae	12	7	4	2	12	3	3	0	2	45
<b>EVANIOIDEA</b>										
Aulacidae	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Evanidae	3	5	0	3	2	0	0	1	3	17
Gasteruptiidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>										
Braconidae	218	274	225	148	329	222	86	92	140	1.734
Ichneumonidae	344	293	283	274	402	227	121	142	148	2.234

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides coletados em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2009/2010 (novembro a janeiro) de acordo com a linha de amostragem (L1 a L3) e localização do ponto de coleta. (F) Fora, (B) Borda, (D) Dentro.

(conclusão)

SUPERFAMÍLIA Família	L1			L2			L3			Total
	F	B	D	F	B	D	F	B	D	
<b>PLATYGASTROIDEA</b>										
Platygastridae	70	43	23	46	109	10	125	31	18	475
Scelionidae	446	264	223	237	515	148	287	81	140	2.341
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>										
Diapriidae	137	24	25	47	31	8	9	5	5	291
Proctotrupidae	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>2.247</b>	<b>1.859</b>	<b>1.545</b>	<b>1.495</b>	<b>2.798</b>	<b>1.107</b>	<b>1.485</b>	<b>794</b>	<b>948</b>	<b>14.278</b>

## ANEXO 5

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2008/2009 por data de coleta. (I) 20.11.2008; (II) 28.11.2008; (III) 05.12.2008; (IV) 14.12.2008; (V) 22.12.2008; (VI) 29.12.2008; (VII) 06.01.2009; (VIII) 13.01.2009; (IX) 21.01.2009; (X) 28.01.2009.  
(continua)

SUPERFAMÍLIA Família	COLETA										Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
<b>APOIDEA</b>											
Crabronidae	6	1	1	0	4	3	1	7	9	5	37
<b>VESPOIDEA</b>											
Mutillidae	4	2	1	8	16	14	3	10	5	4	67
Pompilidae	8	13	2	15	22	24	14	32	20	27	177
Tiphiidae	1	1	2	3	1	4	5	2	0	0	19
<b>CERAPHRONOIDEA</b>											
Ceraphronidae	16	20	31	33	11	3	10	14	15	20	173
Megaspilidae	7	5	5	0	1	4	1	0	1	3	27
<b>CHALCIDOIDEA</b>											
Agaonidae	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4
Aphelinidae	5	2	0	1	2	0	0	3	0	2	15
Chalcididae	1	10	18	29	17	9	5	24	9	16	138
Encyrtidae	53	41	44	72	18	4	12	68	26	35	373
Eucharitidae	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	4
Eulophidae	41	74	59	103	30	10	21	36	76	65	515
Eupelmidae	0	7	4	6	6	1	1	6	4	7	42
Eurytomidae	18	60	12	11	12	5	2	7	10	6	143
Mymaridae	40	70	28	46	49	2	18	62	62	79	456
Pteromalidae	4	5	27	38	20	10	12	31	16	9	172
Signiphoridae	0	0	0	1	3	0	1	6	2	6	19
Torymidae	13	10	3	10	4	0	11	10	10	8	79
Trichogrammatidae	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2008/2009 por data de coleta. (I) 20.11.2008; (II) 28.11.2008; (III) 05.12.2008; (IV) 14.12.2008; (V) 22.12.2008; (VI) 29.12.2008; (VII) 06.01.2009; (VIII) 13.01.2009; (IX) 21.01.2009; (X) 28.01.2009.

(conclusão)

SUPERFAMÍLIA	COLETA										Total
	Família	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
<b>CHRYSIDOIDEA</b>											
Bethylidae	53	87	99	158	112	129	64	123	62	61	948
Chrysididae	0	0	0	2	0	0	1	8	6	3	20
Dryinidae	0	0	2	1	19	6	14	18	7	4	71
<b>CYNIPOIDEA</b>											
Eucoilidae	214	518	449	362	101	61	38	78	65	39	1.925
Figitidae	4	14	3	23	7	10	8	9	5	1	84
<b>EVANIOIDEA</b>											
Aulacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evanidae	3	2	1	1	2	4	7	4	2	0	26
Gasteruptionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>											
Braconidae	2.403	694	244	277	185	116	135	300	319	195	4.868
Ichneumonidae	780	1000	465	476	417	421	361	441	377	227	4.965
<b>PLATYGASTROIDEA</b>											
Platygastridae	7	18	20	75	22	10	34	20	37	17	260
Scelionidae	55	118	141	217	117	62	113	207	145	139	1.314
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>											
Diapriidae	21	24	31	70	35	22	17	57	31	28	336
Proctotrupidae	9	1	1	2	0	1	0	1	0	0	15
<b>Total</b>	<b>3.767</b>	<b>2.798</b>	<b>1.695</b>	<b>2.040</b>	<b>1.233</b>	<b>935</b>	<b>913</b>	<b>1.586</b>	<b>1.321</b>	<b>1.008</b>	<b>17.296</b>

## ANEXO 6

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2009/2010 por data de coleta. (I) 20.11.2009; (II) 27.11.2009; (III) 04.12.2009; (IV) 11.12.2009; (V) 18.12.2009; (VI) 25.12.2009; (VII) 01.01.2009; (VIII) 08.01.2010; (IX) 15.01.2010; (X) 22.01.2010; (XI) 29.01.2010.

(continua)

SUPERFAMÍLIA Família	COLETA											Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
<b>APOIDEA</b>												
Crabronidae	7	6	4	8	3	6	1	5	1	0	4	45
<b>VESPOIDEA</b>												
Mutillidae	0	0	5	0	1	6	3	1	2	1	0	19
Pompilidae	1	6	2	5	4	5	6	3	7	2	6	47
Tiphiidae	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
<b>CERAPHRONOIDEA</b>												
Ceraphronidae	107	48	42	43	28	40	25	11	11	2	16	373
Megaspilidae	5	5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	12
<b>CHALCIDOIDEA</b>												
Agaonidae	1	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	6
Aphelinidae	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	4	11
Chalcididae	13	8	8	10	3	12	14	7	11	10	12	108
Encyrtidae	93	53	78	68	133	100	137	77	106	84	73	1002
Eucharitidae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3
Eulophidae	117	67	72	87	78	140	83	119	120	92	85	1060
Eupelmidae	8	8	10	4	15	10	5	8	8	0	13	89
Eurytomidae	9	9	18	7	9	1	2	3	4	0	2	64
Mymaridae	108	68	56	98	131	167	50	84	160	139	223	1284
Pteromalidae	48	28	35	22	31	36	11	3	11	8	12	245
Signiphoridae	2	4	2	5	4	38	2	4	0	0	0	61
Torymidae	3	1	2	5	2	4	2	2	3	6	4	34

Tabela da distribuição dos himenópteros parasitoides em lavoura orgânica de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) na safra 2009/2010 por data de coleta. (I) 20.11.2009; (II) 27.11.2009; (III) 04.12.2009; (IV) 11.12.2009; (V) 18.12.2009; (VI) 25.12.2009; (VII) 01.01.2009; (VIII) 08.01.2010; (IX) 15.01.2010; (X) 22.01.2010; (XI) 29.01.2010.

(conclusão)

SUPERFAMÍLIA	COLETA											Total	
	Família	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		XI
<b>CHALCIDOIDEA</b>													
Trichogrammatidae	0	1	0	0	19	11	0	2	3	19	43	98	
<b>CHRYSIDOIDEA</b>													
Bethylidae	94	58	43	28	23	55	36	25	16	4	6	388	
Chrysididae	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2	0	5	
Dryinidae	0	0	1	3	1	0	0	0	5	4	1	15	
<b>CYNIPOIDEA</b>													
Eucoilidae	267	235	261	257	237	294	233	109	109	90	72	2164	
Figitidae	3	3	3	6	5	7	3	5	4	5	1	45	
<b>EVANIOIDEA</b>													
Aulacidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
Evanidae	1	5	2	0	3	0	2	3	0	1	0	17	
Gasteruptiidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
<b>ICHNEUMONOIDEA</b>													
Braconidae	234	212	161	141	137	141	99	107	172	117	213	1734	
Ichneumonidae	349	269	232	191	229	240	171	204	136	91	122	2234	
<b>PLATYGASTROIDEA</b>													
Platygastridae	63	28	48	47	85	72	20	33	31	24	24	475	
Scelionidae	441	205	143	157	158	308	185	181	224	132	207	2341	
<b>PROCTOTRUPOIDEA</b>													
Diapriidae	38	39	30	27	17	34	33	18	25	16	14	291	
Proctotrupidae	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
<b>Total</b>	<b>2.015</b>	<b>1.369</b>	<b>1.259</b>	<b>1.225</b>	<b>1.361</b>	<b>1.732</b>	<b>1.124</b>	<b>1.017</b>	<b>1.169</b>	<b>849</b>	<b>1.158</b>	<b>14.278</b>	